

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

F3-0193-YK (3)

**Valve structure for internal combustion engine fuel injection valve has valve element that closes the first or second channel when seated on first or second valve seat respectively**

Patent Number: DE19958872  
Publication date: 2000-06-15  
Inventor(s): MATSUMOTO SHUICHI (JP); KONDO TOSHIO (JP); TANAKA NAOKI (JP); IGASHIRA TOSHIHIKO (JP)  
Applicant(s): DENSO CORP (JP)  
Requested Patent:  DE19958872  
Application Number: DE19991058872 19991207  
Priority Number(s): JP19980349849 19981209; JP19990250179 19990903; JP19990319342 19991110  
IPC Classification: F02M47/02; F02M51/00; F02M51/06  
EC Classification: F02M47/02D, F02M59/46E2, F16K31/00E  
Equivalents:  JP2001140726

---

**Abstract**

---

The structure has a valve element (40,41), an electrical drive element (50), first and second channels (63,64) and a valve body arrangement with opposed first and second valve seats (32,36). The valve element closes the first or second channel when seated on the first or second seat. The valve body arrangement has first and second valve bodies (31,35) with the first and second seats respectively. The valve element has first and second contact sections for seating on the valve seats. The relative position of the contact sections is variable according to the relative position of the valve seats. An independent claim is also included for a fuel injection valve for an internal combustion engine.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

---

*This Page Blank (uspto)*



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
 DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift  
 (10) DE 199 58 872 A 1

(51) Int. Cl. 7:  
**F 02 M 47/02**  
 F 02 M 51/00  
 F 02 M 51/06

(30)

Unionspriorität:

P 10-349849	09. 12. 1998	JP
P 11-250179	03. 09. 1999	JP
P 11-319342	10. 11. 1999	JP

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Tiedtke, Bühlung, Kinne &amp; Partner, 80336 München

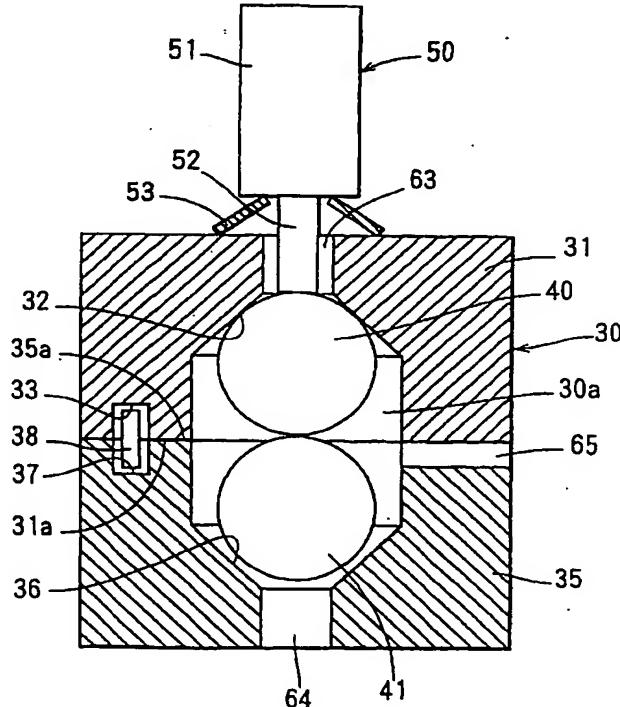
(72) Erfinder:

Igashira, Toshihiko, Kariya, Aichi, JP; Matsumoto, Shuichi, Kariya, Aichi, JP; Tanaka, Naoki, Kariya, Aichi, JP; Kondo, Toshio, Kariya, Aichi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Ventilbauart und Kraftstofffeinspritzgerät mit derselben

(57) Ein Ventil (30) hat einen ersten Ventilkörper (31) und einen zweiten Ventilkörper (35). Ein erstes Kugelventilelement (40), das sitzfähig ist auf einem ersten Ventilsitz (32), und ein zweites Kugelventilelement (41), das sitzfähig ist auf einem zweiten Ventilsitz (36), sind unabhängig beweglich. Selbst wenn die Ventilkörper voneinander versetzt werden entlang Anlageflächen (31A, 35A), wird verhindert, dass das Kugelventilelement zwischen Ventilkörpern feststeckt, da die Kugelventilelemente voneinander versetzt werden entlang der Anlagefläche. Demgemäß werden Kraftstoffkanäle auf sichere Weise gewechselt durch das Ventil (30), selbst wenn die Ventilkörper versetzt sind. Darüber hinaus wird ein Kraftstoffleck aus einem Spalt zwischen den Anlageflächen der Ventilkörper verhindert, da die Anlageflächen (31A, 35A) nicht voneinander getrennt sind.



DE 199 58 872 A 1

DE 199 58 872 A 1

## Beschreibung

Diese Erfindung bezieht sich auf eine Ventilbauart (Ventilstruktur) und ein Kraftstoffeinspritzgerät für eine Brennkraftmaschine mit der Ventilstruktur (nachfolgend wird die Brennkraftmaschine als der Motor bezeichnet).

Es sind verschiedene Ventilgeräte bekannt, wie bspw. ein Dreiegeventil, um die Strömungsbahn zu ändern durch Bewegen eines Ventilelements gemäß der Antriebskraft, die durch ein elektrisches Antriebselement erzeugt wird. Beispielsweise hat ein in dem Dokument JP-A-61-244 864 offenbartes Kraftstoffeinspritzgerät ein Dreiegeventil, das angetrieben ist durch eine antreibende Kraft eines elektromagnetischen Ventils. Ein anderes in dem Dokument EP-A-816 670 offenbartes Kraftstoffeinspritzgerät hat ein Dreiegeventil, das ein Ventilelement antriebt durch eine antreibende Kraft, die erzeugt wird gemäß einer Versetzung eines piezoelektrischen Elements.

Ein Dreiegeventil mit einem Kugelventil als ein Ventilelement ist in Fig. 14 dargestellt. Ein Ventilkörper umfasst separat einen ersten Ventilkörper 201 und einen zweiten Ventilkörper 203. Beide Ventilkörper 201 und 203 sind positioniert durch Einpassen eines Stifts 205 in Öffnungen 206, die an den jeweiligen Ventilkörpern 201 und 203 ausgebildet sind.

Ein Kolben 209 ist bei der Seite eines piezoelektrischen Elements 208 vorgesehen. Der Kolben 209 bewegt sich hin und her mit dem piezoelektrischen Element 208 gemäß der Versetzung des piezoelektrischen Elements 208. Wenn sich das piezoelektrische Element 208 bei einem elektrisch entladenen Zustand befindet, bleibt ein Kugelventilelement 207 auf einem ersten Ventilsitz 202 sitzen gemäß dem Fluiddruck in einem zweiten Kanal 212, um einen ersten Kanal 211 zu schließen und den zweiten Kanal 212 mit einem dritten Kanal 213 zu verbinden.

Wenn das piezoelektrische Element 208 geladen ist, erstreckt sich das piezoelektrische Element 208 und das Kugelventilelement 207 sitzt auf dem zweiten Ventilsitz 204. Demgemäß ist der zweite Kanal 212 geschlossen und der erste Kanal 211 und der dritte Kanal 213 sind verbunden.

Wenn an den Ventilkörpern 201 und 203 ein Bearbeitungsfehler existiert, oder wenn der erste Ventilkörper 201 und der zweite Ventilkörper 203 gegenseitig versetzt sind entlang der Anlagefläche, wie in Fig. 15 gezeigt ist, während oder nach der Montage bei einem Zustand, dass der Versetzungsbetrag des Kugelventilelements 207, das sich zwischen dem ersten Ventilsitz 202 und dem zweiten Ventilsitz 204 bewegt, geringer ist als ein Spiel zwischen dem Stift 205 und der Öffnung 206, kann das Kugelventilelement 207 verstopft sein zwischen den konischen Schrägen der Ventilkörper 201 und 203.

Wenn darüber hinaus die Ventilkörper 201 und 203 nicht ausreichend passen, wenn das Ventilelement in Kontakt tritt mit den konischen Schrägen der Ventilkörper, kann das Fluid aus einem Spalt zwischen den Ventilkörpern herauslecken. Wenn bspw. der vertikale Winkel der konischen Schrägen der Ventilkörper  $90^\circ$  beträgt und ein Versetzungsbetrag des Kugelventilelements 207 gleich  $20 \mu\text{m}$  beträgt und ein radiales Spiel zwischen dem Stift 205 und der Öffnung größer als  $20 \mu\text{m}$  ist, kann das Kugelventilelement 207 verstopft sein oder Kraftstoff kann lecken, selbst wenn die Stellen der Formen des Stifts 205 und der Öffnung 206 genau bearbeitet sind.

Des weiteren ist gemäß einem in dem Dokument JP-A-9-184 462 offenbarten Dreiegeventil ein Ventilelement, das in einer Ventilkammer, die durch Ventilkörper gebildet ist, untergebracht ist, durch eine Stößelstange bewegt von außerhalb der Ventilkammer, um wahlweise das Ventilelement

auf einen ersten Ventilsitz oder einen zweiten Ventilsitz zu setzen. Gemäß dieser Struktur ist es unmöglich, den ersten Ventilkörper mit dem ersten Ventilsitz und den zweiten Ventilkörper mit dem zweiten Ventilsitz einstückig auszubilden. Somit ist eine axiale Abweichung zwischen dem ersten und zweiten Ventilsitz unvermeidbar.

Eine derartige axiale Abweichung zwischen dem ersten und zweiten Ventilsitz verursacht eine axiale Abweichung zwischen dem Ventilkörper und zumindest einem der Ventilsätze. Demgemäß kann das Ventilelement ungeeignet auf dem Ventilsitz sitzen, wodurch das Kraftstoffleck verursacht wird.

Selbst wenn versucht wird, die axiale Abweichung zwischen dem Ventilkörper und dem Ventilsitz zu korrigieren durch Öldruck oder eine Kraft der Stößelstange, besteht ein Problem darüber hinaus, dass das Ventilelement und der Ventilsitz wahrscheinlich verschleißen, da das Ventilelement nach der Anlage an dem Ventilsitz bewegt wird.

Die vorliegende Erfindung wurde angesichts des vorangegangenen Problems gemacht und eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines Ventilgeräts und eines Kraftstoffeinspritzgeräts, wobei ein Ventilelement normal betätigt wird und ein Fluidleck verhindert wird, selbst wenn Ventilkörper voneinander abweichen.

Ein Merkmal der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines Ventilgeräts und eines Kraftstoffeinspritzgeräts, die eine Erhöhung des Verschleißbetrags eines Ventilkörpers und eines Ventilelements verhindern, selbst wenn Ventilkörper voneinander abweichen.

Gemäß einem Ventilgerät der vorliegenden Erfindung umfasst ein Ventilkörper einen ersten Ventilkörper und einen zweiten Ventilkörper, und eine relative Position zwischen einem ersten Anlageabschnitt eines Ventilelements und einem zweiten Anlageabschnitt des Ventilelements kann variiert werden gemäß einer relative Position zwischen einem ersten Ventilsitz und einem zweiten Ventilsitz. Selbst wenn die Ventilkörper voneinander versetzt sind, sind der erste und zweite Anlageabschnitt auch voneinander versetzt, um die Versetzung der Ventilkörper aufzulösen. Demgemäß sitzt der erste Anlageabschnitt auf dem ersten Ventilsitz und der zweite Anlageabschnitt sitzt auf dem zweiten Ventilsitz. Somit ändert das Ventilelement seine Position nicht nach dem Setzen auf dem Ventilsitz.

Deshalb wird ein Verschleiß des Ventilelements und des Ventilsitzes verhindert. Darüber hinaus wird ein Fluidleck verhindert. Des weiteren ist eine Konstruktionstoleranz der Teile für das Ventilgerät erhöht, da das Fluidleck verhindert wird, selbst wenn die Ventilkörper voneinander versetzt sind. Demgemäß ist das Bearbeiten des Ventilgeräts erleichtert.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung hat das Ventilelement ein erstes Ventilelement und ein zweites Ventilelement, die unabhängig beweglich sind. Demgemäß wird ein Steckenbleiben des ersten und zweiten Ventilelements zwischen dem ersten und zweiten Ventilkörper verhindert, da das erste und zweite Ventilelement auch voneinander versetzt sind, um einen Raum zu halten, so dass sich das erste und zweite Ventilelement darin bewegen können, selbst wenn der erste und zweite Ventilkörper voneinander versetzt sind.

Andere Aufgaben, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung sowie die Funktionen der zugehörigen Teile werden anerkannt aus der folgenden detaillierten Beschreibung und den Zeichnungen, die alle zusammen einen Teil dieser Anmeldung bilden. Bei den Zeichnungen:

zeigt Fig. 1 eine Schnittansicht eines Dreiegeventils, das als ein Kraftstoffeinspritzgerät gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet

wird;

zeigt Fig. 2 eine Schnittansicht des Kraftstoffeinspritzgeräts gemäss dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 3 eine Schnittansicht eines Ventilkörperabweichungszustands des Dreiegeventils gemäss dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 4 ein Teil einer vergrößerten Erläuterungsansicht eines Kugelventilelementabweichungszustands des Dreiegeventils gemäss dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 5 einen kennzeichnenden Verlauf der Beziehungen zwischen der erzeugten Kraft und dem Versetzungsbetrag eines piezoelektrischen Elements bzgl. der Antriebsspannung gemäss dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 6 eine Schnittansicht eines Dreiegeventils gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 7 eine Schnittansicht eines Dreiegeventils gemäss einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 8 eine Schnittansicht eines Dreiegeventils gemäss einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 9 eine Schnittansicht eines Dreiegeventils gemäss einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 10 eine Schnittansicht eines Ventilkörperabweichungszustands eines Dreiegeventils gemäss einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 11 eine Schnittansicht eines Ventilkörperabweichungszustands eines Dreiegeventils gemäss einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 12 eine Schnittansicht eines Kraftstoffeinspritzgeräts gemäss einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 13 eine Schnittansicht eines Ventilkörperabweichungszustands eines Zweiwegeventils, das verwendet wird für das Kraftstoffeinspritzgerät gemäss dem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

zeigt Fig. 14 eine Schnittansicht eines Dreiegeventils gemäss einem Stand der Technik; und

Fig. 15 zeigt eine Schnittansicht eines Ventilkörperabweichungszustands des Dreiegeventils gemäss dem Stand der Technik.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nun beschrieben gemäss den beigefügten Zeichnungen.

#### Erstes Ausführungsbeispiel

Ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das auf ein Kraftstoffeinspritzgerät für einen Dieselmotor unter der Verwendung eines Dreiegeventils als ein Ventilgerät angewandt wird, ist in Fig. 2 gezeigt.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, sind ein Ventilkörper 20 und ein Gehäuse 21 kombiniert durch eine Haltemutter 22. Eine Einspritzöffnung 20A ist an einer Spalte des Ventilkörpers 20 ausgebildet.

Ein Einspritzöffnungsventilelement 25 weist verschiedene Elemente auf, wie bspw. ein Nadelventil 26 und einen Regenkolben 27. Durch eine Hin- und Herbewegung des Einspritzöffnungsventilelements 25 wird die Einspritzöffnung 20A geöffnet und geschlossen. Der Ventilkörper 20 hat einen Nadelventilsitz 20B bei einer stromaufwärtsigen Seite bzgl. der Einspritzöffnung 20A. Die Einspritzöffnung 20A wird geschlossen durch Setzen des Nadelventilelements 26 auf dem Nadelventilsitz 20B.

Eine Feder 26 bringt ihre Federkraft auf ein Nadelventil 26 in einer Abwärtsrichtung in Fig. 2 auf, d. h. in einer Einspritzöffnungs-Schließrichtung. Eine Regeldruckkammer 60 ist bei dem entgegengesetzten Ende zu der Einspritzöffnung 20A bzgl. dem Regelkolben 27 ausgebildet. Druck in der Regeldruckkammer 60 wird auf das Einspritzöffnungsventilelement 25 in einer Schließrichtung der Einspritzöffnung 20A aufgebracht.

Kraftstoff, der von einer (nicht gezeigten) Common-rail 10 (gemeinsame Leitung) zugeführt wird zu einer Kraftstoffkammer 62 um das Einspritzöffnungsventilelement 25 herum über einen Hochdruckkraftstoffkanal 61, tritt durch einen Spalt hindurch, der ausgebildet ist zwischen dem Einspritzöffnungsventilelement 25 und dem Gehäuse 21 und 15 dem Ventilkörper 20, und erreicht die Spitze des Nadelventils 26.

Ein Gleitabschnitt zwischen dem Einspritzöffnungsventilelement 25 außer dem Regelkolben 27 und dem Gehäuse 21 und Ventilkörper 20 ist derart angefasst, dass Kraftstoff 20 durch den Gleitabschnitt hindurchtritt. Zu der Kraftstoffkammer 62 zugeührter Kraftstoff wird auch zugeführt zu der Regeldruckkammer 60 über einen Kraftstoffkanal 27A, der in dem Regelkolben 27 ausgebildet ist.

Der Hochdruckkraftstoffkanal 61 ist mit dem Kraftstoffkanal 66 verbunden, der mit einem Kraftstoffeinlasskanal 64 des Dreiegeventils 30 verbunden ist.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, hat das Dreiegeventil 30 einen ersten Ventilkörper 31 und einen zweiten Ventilkörper 35 als einen Ventilkörper. Der erste Ventilkörper 31 und der zweite Ventilkörper 35 sind befestigt an einer Kontaktfläche 31A und einer Kontaktfläche 35A. Der erste Ventilkörper 31 und der zweite Ventilkörper 35 sind positioniert durch einen Passstift 38 in Positionieröffnungen 33 und 37, die jeweils an dem ersten Ventilkörper 31 und den zweiten Ventilkörper 35 ausgebildet sind.

Ein erstes Kugelventilelement 40 als ein erstes Ventilelement und ein zweites Kugelventilelement 41 als ein zweites Ventilelement sind beweglich untergebracht in der Ventilkammer 30A, die ausgebildet ist durch einen ersten Ventilkörper 31 und den zweiten Ventilkörper 35. Das erste Kugelventilelement 40 und das zweite Kugelventilelement 41 haben einen identischen Durchmesser und Sitzradius.

Das erste Kugelventilelement 40 und das zweite Kugelventilelement 41 werden einstückig bewegt durch eine Kraft, die von dem piezoelektrischen Element 51 und dem Kraftstoffdruck der Hochdruckseite aufgenommen wird, aber jedes derselben ist unabhängig beweglich. Der Kraftstoffauslasskanal 63 als ein erster Kanal ist geschlossen, wenn das erste Kugelventilelement 40 auf dem ersten Ventilsitz 32 sitzt. Der Kraftstoffeinlasskanal 64 als ein zweiter Kanal ist geschlossen, wenn das zweite Kugelventilelement 41 auf dem zweiten Ventilsitz 36 sitzt.

Der Kraftstoffauslasskanal 63, der in dem ersten Ventilkörper 31 ausgebildet ist, ist mit einer Niederdruckkammer 67 verbunden. Der in dem zweiten Ventilkörper 35 ausgebildete Kraftstoffeinlasskanal ist mit einem Kanal 66 verbunden. Der an dem zweiten Ventilkörper 35 ausgebildete Kraftstoffregelkanal 65 mit einem Ausschnitt bei der Ventilkammer 30A ist mit der Regeldruckkammer 60 verbunden.

Ein elektrischer Antriebsabschnitt 50 umfasst ein piezoelektrisches Element 51 als eine Antriebsquelle und einen Kolben 52 bewegt sich hin und her gemäss der Versetzung des piezoelektrischen Elements 51. Elektrische Energie wird dem piezoelektrischen Element 51 zugeführt von einem Anschluss 46, der in eine Verbindungseinrichtung 45 eingebettet ist. Eine konische Scheibenfeder 53 bringt ihre Federkraft auf das piezoelektrische Element 51 auf in einer Richtung, dass das piezoelektrische Element 51 getrennt wird

von dem ersten Kugelventilelement 40.

Es wird nun ein Ventilkörperabweichungszustand erläutert zwischen dem ersten Ventilkörper 31 und dem zweiten Ventilkörper 35.

Es soll beachtet werden, dass der Durchmesser Dv der Kugelventilelemente 40 und 41 gleich 2 mm ist, und der konische vertikale Winkel des Ventilkörpers, der die Kugelventilelemente 40 und 41 aufnimmt, gleich  $90^\circ$  ist, und der Hubbetrag Hv1 der Ventilelemente 40 und 41 gleich  $20 \mu\text{m}$  ist. Der konische vertikale Winkel des Ventilkörpers und Durchmesser und Hubbetrag der Kugelventilelemente 40 und 41 soll nicht auf die vorstehenden Zahlen beschränkt sein.

Fig. 3 stellt einen Ventilkörperabweichungszustand dar, wobei das erste Kugelventilelement 40 auf dem ersten Ventilsitz 32 sitzt und das zweite Kugelventilelement 41 auf dem zweiten Ventilsitz 36 sitzt.

Wenn ein Abstand zwischen einer Kontaktfläche 31A und dem zweiten Kugelventilelement 41 in der Hubrichtung definiert ist als "a" und ein Abstand zwischen der Kontaktfläche 35A und dem ersten Kugelventilelement 40 in der Hubrichtung als "b" definiert ist, wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist der Hubbetrag Hv1 der Kugelventilelemente 40 und 41 gleich "a" + "b" ( $Hv1 = a + b$ ), wenn die Ventilkörper 31 und 35 nicht voneinander abweichen, wie in Fig. 1 gezeigt ist.

"a" und "b" können jede Zahl sein und eines aus den Kugelventilelementen 40 und 41 kann die Grenze überschreiten zwischen den Kontaktflächen 31A und 35A, wenn "a" und "b" die folgende Gleichung erfüllen:

$$Hv1 = a + b$$

Wenn die Ventilkörper 31 und 35 nicht voneinander abweichen, bleiben die Kugelventilelemente 40 und 41 nicht zwischen den Ventilkörpern 31 und 35 stecken. Demgemäß gibt es kein Kraftstoffleck zwischen den Kontaktflächen 31A und 35A.

Wenn die Ventilkörper 31 und 35 voneinander abweichen um  $40 \mu\text{m}$  entlang der Kontaktfläche, können die Kugelventilelemente 40 und 41 auch voneinander abweichen entlang der Kontaktfläche, wobei die Kugelventilelemente auf den jeweiligen Ventilsitzen 32 und 36 sitzen bleiben. In Fig. 4 beträgt die Abweichung Ha der Kugelventilelemente 40 und 41 entlang der Kontaktfläche gleich  $40 \mu\text{m}$  ( $Ha = 40 \mu\text{m}$ ).

Ein beweglicher Abstand Hv2 der Kugelventilelemente 40 und 41 in der Hubrichtung ist gleich  $Hv1 + 2x$  ( $Hv2 = Hv1 + 2x$ ), wobei:

$$x = (Dv/2) - y$$

$$y = [(Dv/2)^2 - (Ha/2)^2]^{1/2}$$

Demgemäß:

$$Hv2 = Hv1 + 2\{(Dv/2) - [(Dv/2)^2 - (Ha/2)^2]^{1/2}\}$$

$$Hv2 = Hv1 + Dv - (Dv^2 - Ha^2)^{1/2} \dots \quad (\text{Gleichung 1})$$

Wenn bei der vorstehenden Gleichung 1  $Hv1 = 20 \mu\text{m}$ ,  $Dv = 2 \text{ mm}$ ,  $Ha = 40 \mu\text{m}$  gilt, ist  $Hv2 \approx 20,4 \mu\text{m}$  ( $Hv2 = 20,4 \mu\text{m}$ ), was ungefähr derselbe Wert ist wie der Konstruktionswert  $Hv1 = 20 \mu\text{m}$ . Demgemäß wird ein fehlerhafter Vorgang verhindert, der durch das zwischen den Ventilkörpern steckende Kugelventilelement verursacht wird, selbst wenn die Ventilkörper voneinander abweichen entlang der Kontaktfläche.

Darüber hinaus wird das Trennen der Kontaktflächen der Ventilkörper verhindert, das verursacht wird durch das zwischen den Ventilkörpern steckende Kugelventilelement. So mit wird ein Kraftstoffleck von einem Spalt zwischen den

Kontaktflächen der Ventilkörper verhindert.

Darüber hinaus wird die Position des Kugelventilelements nicht geändert nach dem Setzen auf dem Ventilsitz. Demgemäß wird der Verschleiß des Ventilelements und des Ventilsitzes verhindert. Der Betrieb des Kraftstoffeinspritzgerätes 10 wird nun beschrieben.

(1) Während sich das piezoelektrische Element 51 bei einem elektrisch entladenen Zustand befindet, ist das piezoelektrische Element 51 nicht verlängert und bleibt bei einer in Fig. 1 gezeigten Position. Der Kolben 52 ist etwas getrennt von dem ersten Kugelventilelement 40, um das Setzen des ersten Kugelventilements 40 auf dem ersten Ventilsitz 32 nicht zu verhindern.

Wenn sich das piezoelektrische Element 51 bei dem elektrisch entladenen Zustand befindet und das piezoelektrische Element 51 sich bei dem nicht verlängerten Zustand befindet, sitzt das erste Kugelventilelement 40 auf dem ersten Ventilsitz 32 und das zweite Kugelventilelement 41 ist von dem zweiten Ventilsitz 36 gelöst gemäß der Druckdifferenz zwischen dem Niederdruckkraftstoffauslasskanal 63 und dem Hochdruckkraftstoffeinlasskanal 64.

Demgemäß ist der Kraftstoffauslasskanal 63 geschlossen und der Kraftstoffeinlasskanal 64 ist mit dem Kraftstoffregelkanal 65 verbunden. Da die Regeldruckkammer 60 mit dem Hochdruckkraftstoffkanal 66 verbunden ist über einen Kraftstoffeinlasskanal 64 und einen Kraftstoffregelkanal 65, ist der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 hoch. Dabei sind ein Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 und eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von der Feder 28 in einer Einspritzöffnungs-Schließrichtung aufnimmt, größer als eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von Kraftstoff in einer Kraftstoffkammer 62 in einer Einspritzöffnungs-Öffnungsrichtung aufnimmt. Deshalb sitzt das Nadelventilelement 26 auf einem Nadelventilsitz 20B, um die Einspritzöffnung 20A zu schließen. Demgemäß wird keine Kraftstoffeinspritzung über die Einspritzöffnung 20A durchgeführt.

(2) Wenn das piezoelektrische Element 51 geladen ist, erstreckt es sich zu dem ersten Kugelventilelement 40 gegen die Federkraft der konischen Scheibenfeder 53. Das erste Kugelventilelement 40 ist von dem ersten Ventilsitz 32 gelöst und das zweite Kugelventilelement 41 sitzt auf dem zweiten Ventilsitz 36. Demgemäß ist der Kraftstoffauslasskanal 63 mit dem Kraftstoffregelkanal 65 verbunden, und der Kraftstoffeinlasskanal 64 ist geschlossen.

Da der Kraftstoff von der Regeldruckkammer 60 zu der Niederdruckkammer 67 abgegeben wird über den Kraftstoffregelkanal 65 und den Kraftstoffauslasskanal 63, wird der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 reduziert. Der zu der Niederdruckkammer 67 abgegebenen Kraftstoff läuft zurück zu der Außenseite des Kraftstoffeinspritzgeräts über einen Kraftstoffkanal 68, wie bspw. einen Kraftstofftank.

Wenn der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 plus eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von der Feder 28 in der Einspritzöffnungs-Schließrichtung aufnimmt, geringer ist als eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von Kraftstoff in der Kraftstoffkammer 62 in der Einspritzöffnungs-Öffnungsrichtung aufnimmt, wird das Nadelventilelement 26 von dem Nadelventilsitz 20B gelöst, und die Kraftstoffeinspritzung wird über die Einspritzöffnung 20A durchgeführt.

(3) Wenn die elektrischen Ladungen des piezoelektrischen Elements 51 freigegeben werden, wird es verkürzt (das piezoelektrische Element 51 schrumpft). Demgemäß werden das erste Kugelventilelement 40 und das zweite Kugelventilelement 41 zu dem ersten Ventilsitz 32 gedrückt durch Kraftstoffdruck des Kraftstoffeinlasskanals 64, und

der Kraftstoffauslasskanal 63 wird geschlossen, und der Kraftstoffeinlasskanal 64 wird mit dem Kraftstoffregelkanal 65 verbunden. Der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 erhöht sich.

Wenn der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 plus eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von der Feder 28 in der Einspritzöffnungs-Schließrichtung aufnimmt, größer ist als eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von dem Kraftstoff in der Kraftstoffkammer 62 in der Einspritzöffnungs-Öffnungsrichtung aufnimmt; setzt das Nadelventilelement 26 auf dem Nadelventilsitz 20B, um die Einspritzöffnung 20A zu schließen. So mit wird die Kraftstoffeinspritzung über die Einspritzöffnung 20A angehalten.

Wie vorstehend beschrieben ist, bewegen sich die Kugelventilelemente 40 und 41 in der Ventilkammer 30A hin und her gemäß den Lade- und Entladeregelungen des piezoelektrischen Elements 51, und der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 erhöht sich oder vermindert sich. Somit wird die Einspritzöffnung 20A geöffnet und geschlossen.

Darüber hinaus sind die ersten Kugelventilelemente 40 und das zweite Kugelventilelement 41 in einer kugeligen Form ausgebildet, und die Sitzflächen der Ventilsitze sind konisch und nicht flach. Demgemäß wird ein Aufprall der Kugelventilelemente verhindert, wenn die Kugelventilelemente auf den jeweiligen Ventilsitzen sitzen.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist der Sitzradius des ersten Kugelventilelements 40 identisch jenem des zweiten Kugelventilelements 41. Es ist jedoch besser, den Sitzradius des zweiten Kugelventilelements 41, das den Kraftstoffeinlasskanal 64 bei der Hochdrucksseite schließt, kleiner einzurichten als jenen des ersten Kugelventils 40, das den Kraftstoffauslasskanal 63 bei der Niederdruckseite schließt.

In Fig. 5 zeigt die kennzeichnende Linie 100 eine Beziehung zwischen der Antriebskraft (erzeugte Kraft) und dem Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements 51, wenn die an das piezoelektrische Element 51 angelegte Antriebsspannung gleich 200 V beträgt, und die kennzeichnende Linie 102 zeigt eine Beziehung zwischen der erzeugten Kraft und dem Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements 51, wenn die an das piezoelektrische Element 51 angelegte Antriebsspannung gleich 150 V beträgt.

Der durch Punkte 101 und 103 bezeichnete Versetzungsbetrag ist ein Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements 51, der notwendig ist zum Setzen des zweiten Kugelventilelements 41 auf dem zweiten Ventilsitz 36. Der Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements bei dem Lösen des ersten Kugelventilelements 40 von dem ersten Ventilsitz 32 beträgt ungefähr 0. Die durch den Punkt 101 bezeichnete erzeugte Kraft ist eine erzeugte Kraft des piezoelektrischen Elements 51, die notwendig ist zum Lösen des ersten Kugelventilelements 40 von dem ersten Ventilsitz 32 bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, erzeugt ein piezoelektrisches Element im allgemeinen eine größere erzeugte Kraft, wenn der Versetzungsbetrag klein ist und umgekehrt, wenn die Antriebsspannung konstant ist.

Gemäß dem in dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung offenbarten Dreiegeventil 30 ist eine Kraft, die notwendig ist zum Lösen des ersten Kugelventilelements 40 von dem ersten Ventilsitz 32, das Produkt einer Sitzfläche des ersten Kugelventilelements 40 und eines Kraftstoffdrucks der Ventilkammer 30A, d. h. eines Hochdruckkraftstoffkanals 66, wenn ein Druck in dem Kraftstoffauslasskanal 63 bei der Niederdrucksseite gleich 0 ist.

Darüber hinaus ist eine Kraft, die notwendig ist zum Halten des Kontaktzustands des zweiten Kugelventilelements 41 an dem zweiten Ventilsitz 36, das Produkt einer Sitzflä-

che des zweiten Kugelventilelements 41 und eines Kraftstoffdrucks des Hochdruckkraftstoffkanals 66.

Der Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements 51 zum Halten des Kontaktzustands des zweiten Kugelventilelements 41 an dem zweiten Ventilsitz 36 ist größer als der Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements 51 zum Lösen des ersten Kugelventilelements 40 von dem ersten Ventilsitz 32.

Wenn demgemäß die Beziehung zwischen der erzeugten Kraft und dem Versetzungsbetrag des in Fig. 5 gezeigten piezoelektrischen Elements in Betracht gezogen wird, wird das zweite Kugelventilelement 41 bei seinem Kontaktzustand an dem zweiten Ventilsitz 36 gehalten, selbst wenn die erzeugte Kraft des piezoelektrischen Elements 51 klein ist, 15 wenn ein Sitzdurchmesser beim Setzen des zweiten Kugelventilelements 41 an dem zweiten Ventilsitz 36 klein eingerichtet ist.

Wenn bspw. Sitzdurchmesser des ersten Kugelventilelements 40 und des zweiten Kugelventilelements 41 identisch 20 sind, ist eine erzeugte Kraft bei dem Punkt 101 erforderlich zum Setzen des zweiten Kugelventilelements 41 an dem zweiten Ventilsitz 36. Demgemäß sind 200 V Antriebsspannung erforderlich.

Wenn jedoch ein Sitzdurchmesser des zweiten Kugelventilelements 41 kleiner ist als jener des ersten Kugelventilelements 40, ist die erzeugte Kraft reduziert, die notwendig ist 25 zum Setzen des zweiten Kugelventilelements 41 an dem zweiten Ventilsitz 36, auf eine erzeugte Kraft bei dem Punkt 103. Dabei beträgt die Antriebsspannung 150 V.

Die erzeugte Kraft des piezoelektrischen Elements 51 in 30 der Nähe von 0 des Versetzungsbetrags ist größer als eine Kraft, die notwendig ist zum Lösen des ersten Kugelventilelements 40 von dem ersten Ventilsitz 32. Demgemäß ist die an das piezoelektrische Element 51 angelegte Antriebsspannung reduziert, wenn der Sitzdurchmesser des zweiten Kugelventilelements 41 kleiner ist als der des ersten Kugelventilelements 40.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

Ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 6 dargestellt. Dabei und bei den folgenden Ausführungsbeispielen sind Komponenten, die im wesentlichen dieselben sind wie jene bei dem vorangegangenen 45 Ausführungsbeispiel, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Ein zweites Kugelventilelement 41 und eine Feder 72 als ein Kraftaufbringungselement sind in dem zweiten Ventilkörper 70 untergebracht. Eine Feder 72 liegt an einem Federsitz 71 an, der an dem zweiten Ventilkörper 70 ausgebildet ist, und bringt eine Federkraft auf das zweite Kugelventilelement 41 in einer Richtung auf, dass das zweite Kugelventilelement 41 von dem zweiten Ventilsitz 36 gelöst wird.

Wenn die elektrischen Ladungen des piezoelektrischen Elements 51 freigegeben werden, sitzt das erste Kugelventilelement 40 sicher auf dem ersten Ventilsitz 32, selbst 55 wenn die Druckdifferenz zwischen dem Kraftstoffauslasskanal 63 bei der Niederdruckseite und dem Kraftstoffeinlasskanal 64 bei der Hochdruckseite klein ist.

#### Drittes Ausführungsbeispiel

Ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 7 dargestellt.

Eine Feder 77 als ein Kraftaufbringungselement ist angeordnet zwischen dem ersten Kugelventilelement 40 und dem zweiten Kugelventilelement 41 und liegt an einem Federsitz 76 an, der ausgebildet ist an dem zweiten Ventilkörper 75.

Die Feder 77 bringt ihre Federkraft auf das erste Kugelventilelement 40 zu dem ersten Ventilsitz 32 hin auf.

Gemäss dem dritten Ausführungsbeispiel ist es nicht notwendig, den Kanaldurchmesser des Kraftstoffeinlasskanals 64 zu reduzieren, da der Federsitz nicht an dem zweiten Kugelventilelement 41 ausgehildet ist.

#### Viertes Ausführungsbeispiel

Ein vierter Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 8 dargestellt.

Da das erste Ventilelement 80 und das zweite Ventilelement 83 in einer ähnlichen Form ausgebildet sind, wird die Beschreibung des zweiten Ventilelements 83 hier unterlassen und es wird nur das erste Ventilelement 80 beschrieben. Bezugszahlen 80, 81 und 82 entsprechen jeweils Bezugszahlen 83, 84 und 85.

Das erste Ventilelement 80 weist einen Hauptventilkörper 81 und einen Gleitabschnitt 82 auf, der in einer Ringform um den Umfang des Hauptventilkörpers 81 herum ausgebildet ist. Ein Ende des Hauptventilkörpers 81 bei der Seite des ersten Ventilsitzes 32 ist in einer Form eines Kegelstumpfs ausgebildet mit einem kleineren Durchmesser in der Nähe des ersten Ventilsitzes 32.

Der Gleitabschnitt 82 ist geführt durch eine innere Umfangswand des ersten Ventilkörpers 31 und gleitet mit der inneren Umfangswand des ersten Ventilkörpers 31 gemäss der Ausdehnung des piezoelektrischen Elements 51. Eine Vielzahl an Verbindungskanälen 82A zum Verbinden von Kraftstoff sind in dem Gleitabschnitt 82 ausgebildet.

Das erste Ventilelement 80 und das zweite Ventilelement 83 liegen an ebenen Flächen 81A und 84A an. Demgemäß ist der Flächendruck, der auf die Anlagefläche zwischen den Ventilelementen 80 und 83 aufgebracht wird, reduziert, selbst wenn die Druckdifferenz zwischen dem Kraftstoffauslasskanal 63 bei der Niederdruckseite und dem Kraftstoffeinlasskanal 64 bei der Hochdruckseite groß ist. Somit wird eine Beschädigung der Ventilelemente verhindert.

#### Fünftes Ausführungsbeispiel

Ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 9 dargestellt.

Das erste Ventilelement 92 weist einen zylindrischen Hauptventilkörper 93 und einen ringförmigen Gleitabschnitt 94 auf, der an dem äußeren Umfang des Hauptventilkörpers 93 ausgebildet ist. Der Gleitabschnitt 94 ist durch eine innere Umfangswand des ersten Ventilkörpers 90 geführt und gleitet mit der inneren Umfangswand des ersten Ventilkörpers 90 gemäss der Ausdehnung des piezoelektrischen Elements 51. Eine Vielzahl von Verbindungskanälen 94A ist zum Verbinden von Kraftstoff in dem Gleitabschnitt 94 ausgebildet.

Der erste Ventilsitz 91 ist in einer flachen Form ausgebildet und der anliegende Abschnitt 93A des ersten Ventilelements 92, um an dem ersten Ventilsitz 91 zu sitzen, ist auch in einer flachen Form ausgebildet. Demgemäß ist ein Flächendruck reduziert, der auf den anliegenden Abschnitt 93A und den ersten Ventilsitz 91 aufgebracht wird, während das erste Ventilelement 92 auf dem ersten Ventilsitz 91 sitzt. Demgemäß wird eine Beschädigung des ersten Ventilelements 92 und des ersten Ventilsitzes 91 verhindert, selbst wenn die Druckdifferenz zwischen dem Kraftstoffauslasskanal 63 bei der Niederdruckseite und dem Kraftstoffeinlasskanal 64 bei der Hochdruckseite.

#### Sechstes Ausführungsbeispiel

Ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 10 dargestellt.

5 Sowohl das erste Ventilelement 100 als auch das zweite Ventilelement 101 sind in einer halbkugeligen Form ausgebildet und in der Ventilkammer 30A derart untergebracht, dass jeweilige flache Flächen 100A und 101A sich gegenüberliegen.

10 Da der Anlageabschnitt zwischen dem ersten Ventilelement 100 und dem zweiten Ventilelement 101 in einer flachen Form ausgebildet ist, wird die Positionsbeziehung zwischen den Ventilelementen 100 und 101 stabil nachdem die Ventilelemente 100 und 101 sich einmal auf dem Ventilsitz gesetzt haben. Demgemäß wird eine Erhöhung des Abtragverlusts des Ventilkörpers und des Ventilelements auf wirksame Weise verhindert, der verursacht wird durch die Versetzung der Ventilkörper.

Bei dem ersten bis sechsten Ausführungsbeispiel, die vorstehend beschrieben sind, ist ein Paar Ventilelemente in einem Paar Ventilkörper untergebracht. Demgemäß sind beide Ventilelemente beweglich, da die Ventilelemente gegeneinander versetzt werden entlang der Anlagefläche der Ventilkörper, wenn die Ventilkörper gegeneinander versetzt werden entlang der Anlagefläche der Ventilkörper. Somit ist eine Fixierung des Ventilelements verhindert und der Durchflusskanal wird auf sichere Weise geändert durch das Dreiegeventil, selbst wenn die Stelle des Ventilkörpers abweicht.

20 15 Darüber hinaus ist ein Fluidleck durch einen Spalt hindurch verhindert, da die Anlageflächen zwischen den Ventilkörpern nicht getrennt sind, selbst wenn die Stelle des Ventilkörpers abweicht.

25 Die vorstehenden Vorteile der Ausführungsbeispiele sind beträchtlich, wenn ein Hubbetrag des Ventilelements des Dreiegeventils sehr klein ist, wie bspw. im  $\mu$ -Bereich. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn ein piezoelektrisches Element mit einer großen erzeugten Kraft und einem kleinen Versetzungsbetrag verwendet wird als eine Antriebsquelle 30 eines elektrisch angetriebenen Abschnitts des Dreiegeventils.

#### Siebtes Ausführungsbeispiel

45 Ein siebtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 11 dargestellt.

Ein Kraftstoffregelkanal 140 ist an einer Seite des ersten Ventilkörpers 31 derart ausgebildet, dass der Kraftstoffregelkanal 140 eine Öffnung zu der Ventilkammer 30A hin hat. Der zweite Ventilsitz 121 ist an einer Kante des zweiten Ventilkörpers 120 in einer flachen Form ausgebildet. Das aus einem einzelnen Element hergestellte Ventilelement hat eine kugelige Form mit flachen Flächen 130A und 130B bei ihren Enden. Ein erster Anlageabschnitt 130C des Ventilelements 130 zum Setzen auf dem ersten Ventilsitz 32 ist an der kugeligen Fläche ausgebildet. Ein Teil der flachen Fläche 130A schließt eine Öffnung zwischen dem Kraftstoffeinlasskanal 64 und der Ventilkammer 30A. In anderen Worten ist ein Teil der flachen Fläche 130A ein zweiter Anlageabschnitt.

50 55 60 Gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist eine Bewegung des Ventilelements stabilisiert, da das Ventilelement aus einem einzigen Element besteht. Darüber hinaus ist eine Erhöhung des Abtragbetrags zwischen dem Ventilkörper und dem Ventilelement auf wirksame Weise verhindert, der verursacht wird durch die Positionsabweichung zwischen den Ventilkörpern. Da des weiteren die anliegende Endfläche des Ventilelements 130,

die an dem Kolben 52 anliegt, die flache Fläche 130B ist, und die anliegende Endfläche des Kolbens 52, die an dem Ventilelement 130 anliegt, die flache Fläche 52A ist, ist ein Abtrag oder Verschleiß, der zwischen dem Kolben 52 und dem Ventil 130 erzeugt wird, verhindert.

Da darüber hinaus der zweite Ventilsitz 121 eine flache Form hat und der zweite anliegende Abschnitt zum Sitzen auf dem zweiten Ventilsitz 121 auch eine flache Form hat, ist der Flächendruck reduziert, der auf den zweiten anliegenden Abschnitt und den zweiten Ventilsitz 121 aufgebracht wird, wenn das Ventilelement 130 auf dem zweiten Ventilsitz 121 sitzt. Demgemäß wird eine Beschädigung an dem Ventilelement 130 und dem zweiten Ventilsitz 121 verhindert, selbst wenn die Druckdifferenz zwischen dem Kraftstoffauslasskanal 63 bei der Niederdruckseite und dem Kraftstoffeinlasskanal 64 bei der Hochdruckseite groß ist.

#### Achtes Ausführungsbeispiel

Ein achtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 12 dargestellt. Das achte Ausführungsbeispiel zeigt ein Kraftstoffeinspritzgerät für einen Dieselmotor unter Verwendung eines Zweiwegeventils. Die detaillierte Struktur des Zweiwegeventils 300 als ein Ventilgerät ist in Fig. 13 dargestellt.

Im Unterschied zu dem in Fig. 2 gezeigten Kraftstoffeinspritzgerät ist ein von dem Hochdruckkraftstoffkanal 61 abgezweigter Hochdruckkanal 66 unmittelbar mit einer Regeldruckkammer 60 gemäß dem achten Ausführungsbeispiel verbunden. Insbesondere ist der Hochdruckkanal 66 mit der Regeldruckkammer 60 verbunden über einen ersten Kraftstoffeinlasskanal 64 als ein erster Kanal, der an dem zweiten Ventilkörper 120 des Zweiwegeventils 300 ausgebildet ist.

Des Weiteren ist eine Einströmblende (in-orifice) 301 an dem Hochdruckkanal 66 ausgebildet und eine Ausströmblende 302 (out-orifice) ist an dem Kraftstoffeinlasskanal 64 ausgebildet.

Die Struktur des in Fig. 13 gezeigten Zweiwegeventils 300 ist ähnlich dem in Fig. 11 gezeigten Dreizegeventil 30. Der Hauptunterschied besteht in der Ausbildung der Ausströmblende 302 in dem Kraftstoffeinlasskanal 64 anstatt dem Kraftstoffregelkanal 140.

Die Positionsregelung des Ventilelements 130 gemäß dem elektrischen Antriebsabschnitt 50 des Zweiwegeventils 300 wird nun beschrieben.

Wenn sich das piezoelektrische Element 51 bei dem elektrisch entladenen Zustand befindet, ist es nicht verlängert und bleibt in einer in Fig. 13 gezeigten Position, und der erste Anlageabschnitt 130C sitzt auf dem ersten Ventilsitz 32.

Demgemäß wird Hochdruckkraftstoff zu der Regeldruckkammer 60 zugeführt, die mit dem Hochdruckkraftstoffkanal 61 verbunden ist, und der Kraftstoffdruck in der Druckkammer 60 wird hoch gehalten.

Wenn das piezoelektrische Element 51 geladen ist, um mit einem gewissen Grad der Ladung derart verlängert zu sein, dass das Ventilelement 130 nicht auf dem ersten Ventilsitz 32 sitzt und auch nicht auf dem zweiten Ventilsitz 121 in der Ventilkammer 130A, ist die Regeldruckkammer 60 mit dem Kraftstoffauslasskanal 63 verbunden und der Kraftstoffdruck in der Druckkammer 60 ist reduziert.

Wenn das piezoelektrische Element 51 erregt ist, um mit einer größeren Ladung derart verlängert zu sein, dass die flache Fläche 130A des Ventilelements 130 auf dem zweiten Ventilsitz 121 sitzt, wird Hochdruckkraftstoff in dem Hochdruckkraftstoffkanal 61 wieder zu der Regeldruckkammer 60 zugeführt und der Kraftstoffdruck in der Druckkammer 60 erhöht sich.

Bei dem achten Ausführungsbeispiel ist das Ventilele-

ment 130 geregelt, um auf dem ersten Ventilsitz 32 oder dem zweiten Ventilsitz 121 zu sitzen oder weder auf dem ersten Ventilsitz 32 noch auf dem zweiten Ventilsitz 121 zu sitzen durch eine gestufte Laderegelung.

- 5 Ein Betrieb des Kraftstoffeinspritzgeräts bei dem achten Ausführungsbeispiel wird nun erläutert.

Wenn sich das piezoelektrische Element 51 bei dem elektrisch entladenen Zustand befindet, ist der Kraftstoffdruck in der Druckkammer 60 hoch. Dabei ist eine Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von dem Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 und der Feder 28 in der Einspritzöffnungs-Schließrichtung aufnimmt, größer als jene, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 von dem Kraftstoff in der Kraftstoffkammer 62 in der Einspritzöffnungs-Öffnungsrichtung aufnimmt. Deshalb sitzt das Nadelventilelement 26 auf dem Nadelventilsitz 20B, um die Einspritzöffnung 20A zu schließen. Demgemäß wird Kraftstoff nicht über die Einspritzöffnung 20A eingespritzt.

Wenn das piezoelektrische Element 51 mit dem vorgegebenen Ladungsbetrag, wie vorstehend beschrieben ist, geladen ist, ist das Ventilelement 130 derart positioniert, dass das Ventilelement 130 nicht auf dem ersten Ventilsitz 32 sitzt und auch nicht auf dem zweiten Ventilsitz 121. Demgemäß sind die Regeldruckkammer 60 und der Kraftstoffauslasskanal 63 miteinander verbunden und der Kraftstoff in der Regeldruckkammer 60 wird zu der Niederdruckkammer 67 abgegeben über den Kraftstoffauslasskanal 63 und kehrt zu einem externen Kraftstofftank zurück über den Kraftstoffkanal 68. Somit ist der Kraftstoffdruck in der Druckkammer 60 niedrig und dadurch reduziert sich die Kraft, die das Einspritzöffnungsventilelement 25 in der Einspritzöffnungs-Schließrichtung aufnimmt. Demgemäß ist das Nadelventilelement 26 von dem Nadelventilsitz 20B gelöst und die Kraftstoffeinspritzung über die Einspritzöffnung 20A beginnt.

Wenn des Weiteren der Ladebetrag des piezoelektrischen Elements 51 erhöht ist, wird das Ventilelement 130 abwärts verschoben, um auf dem zweiten Ventilsitz 121 zu sitzen. Demgemäß ist die Verbindung zwischen der Regeldruckkammer 60 und dem Kraftstoffauslasskanal 63 unterbrochen und der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 wird hoch. Deshalb sitzt das Nadelventilelement 26 auf dem Nadelventilsitz 20B, um die Einspritzöffnung 20A zu schließen und dadurch die Kraftstoffeinspritzung über die Einspritzöffnung 20A anzuhalten.

Nachdem das Ventilelement 130 auf dem zweiten Ventilsitz 120 sitzt, wird die nächste Kraftstoffeinspritzung durchgeführt, wenn das piezoelektrische Element 51 die elektrischen Ladungen freigibt, um den vorstehend vorgegebenen Ladebetrag abzugeben. Demgemäß wird das piezoelektrische Element 51 verkürzt, um das Ventilelement 130 zwischen dem ersten Ventilsitz 32 und dem zweiten Ventilsitz 121 zu halten, und der Kraftstoffdruck in der Druckregelkammer 60 wird reduziert. Somit wird das Nadelventilelement 26 von dem Nadelventilsitz 20B gelöst, wodurch die Kraftstoffeinspritzung über die Einspritzöffnung 20A begonnen wird.

Dann wird die Energiezufuhr zu dem piezoelektrischen Element 51 weiter entladen zu dem Sitzventilelement 130 an dem ersten Ventilsitz 32. Demgemäß wird die Verbindung zwischen der Regeldruckkammer 60 und dem Kraftstoffauslasskanal 63 unterbrochen, und der Kraftstoffdruck in der Regeldruckkammer 60 wird hoch. Deshalb sitzt das Nadelventilelement 26 auf dem Nadelventilsitz 20B, um die Einspritzöffnung 20A zu schließen und dadurch die Kraftstoffeinspritzung über die Einspritzöffnung 20A anzuhalten.

Gemäß dem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird der Ladebetrag des piezoelektrischen

Elements 51 (Erregung des piezoelektrischen Elements 51) stufenweise geregelt. Deshalb werden zwei Einspritzungen bei einer Hin- und Herbewegung des Ventilelements 130 erreicht. Deshalb werden ähnliche Vorteile wie bei den vorangegangenen Ausführungsbeispielen erhalten, wenn das in Fig. 13 gezeigte Ventilelement 130 verwendet wird, selbst wenn ein Kraftstoffeinspritzgerät mit einem Zweiwegeventil eingesetzt wird.

Bei dem achten Ausführungsbeispiel ist die Struktur des Zweiwegeventils beschrieben durch Anwenden des bei dem siebten Ausführungsbeispiel (Fig. 11) offenbarten Ventilgeräts.

Stattdessen kann jedoch auch die bei dem ersten bis sechsten Ausführungsbeispiel offenbarte Ventilgerätestruktur anwendbar sein.

Bei dem ersten bis achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die erzeugte Kraft des piezoelektrischen Elements 51 unmittelbar auf das erste Kugelventilelement aufgebracht über den Kolben 52. Dabei ist ein Hubbetrag des ersten Kugelventilelements im wesentlichen gleich einem Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements.

Wenn jedoch der Hubbetrag des ersten Kugelventilelements größer ist als ein Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements, wird ein kleiner Versetzungsbetrag des piezoelektrischen Elements in einen großen Versetzungsbetrag 25 umgewandelt zum Anwenden desselben auf das erste Kugelventilelement durch Vorsehen einer Kraftstoffkammer zwischen dem piezoelektrischen Element und dem ersten Kugelventilelement und Einrichten der Druckaufnahmefläche bei der Seite des piezoelektrischen Elements, die der Kraftstoffkammer auf derartige Weise zugewandt ist, dass sie größer ist als die Druckaufnahmefläche bei der Seite des ersten Kugelventilements.

Das Ventil 30 hat den ersten Ventilkörper 31 und den zweiten Ventilkörper 35. Das erste Kugelventilelement 40, 35 das sitzfähig ist auf dem ersten Ventilsitz 32, und das zweite Kugelventilelement 41, das sitzfähig ist auf dem zweiten Ventilsitz 36, sind unabhängig beweglich. Selbst wenn die Ventilkörper voneinander versetzt werden entlang Anlageflächen 31A, 35A, wird verhindert, dass das Kugelventilelement zwischen Ventilkörpern feststeckt, da die Kugelventilemente voneinander versetzt werden entlang der Anlageflächen. Demgemäß werden Kraftstoffkanäle auf sichere Weise gewechselt durch das Ventil 30, selbst wenn die Ventilkörper versetzt sind. Darüber hinaus wird ein Kraftstoffleck aus einem Spalt zwischen den Anlageflächen der Ventilkörper verhindert, da die Anlageflächen 31A, 35A nicht voneinander getrennt sind.

Bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen wird ein piezoelektrisches Element als eine Antriebsquelle eines elektrischen Antriebsabschnitts verwendet. Es kann jedoch auch ein magnetostriktives Element anstatt dem piezoelektrischen Element verwendet werden. Des weiteren ist die Form des Ventilelements nicht auf die kugelige Form beschränkt.

Die vorliegende Erfindung kann nicht nur auf ein Kraftstoffeinspritzgerät sondern auch auf andere Geräte anwendbar sein.

Obwohl die vorliegende Erfindung vollständig beschrieben ist im Zusammenhang mit ihren bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, sollte beachtet werden, dass für den Fachmann verschiedene Änderungen und Abwandlungen ersichtlich sind. Derartige Änderungen und Abwandlungen befinden sich innerhalb dem Umfang der vorliegenden Erfindung, wie er in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

## Patentansprüche

1. Ventilgerät mit:  
einem Ventilelement (40, 41, 80, 83, 92, 100, 101, 130);  
einem elektrischen Antriebselement (50) zum Erzeugen einer Antriebskraft zum Antreiben des Ventilelements;  
einem ersten Kanal (63);  
einem zweiten Kanal (64); und  
einem Ventilkörper (31, 35, 70, 75, 90, 120) mit einem ersten Ventilsitz (32, 91) und einem zweiten Ventilsitz (36, 121), auf denen das Ventilelement derart sitzfähig ist, dass der erste Kanal geschlossen ist, wenn das Ventilelement auf dem ersten Ventilsitz sitzt, und der zweite Kanal geschlossen ist, wenn das Ventilelement auf dem zweiten Ventilsitz sitzt, wobei der erste Ventilsitz und der zweite Ventilsitz entgegengesetzt zueinander angeordnet sind, wobei;  
der Ventilkörper einen ersten Ventilkörper (31, 90) mit dem ersten Ventilsitz und einen zweiten Ventilkörper (35, 70, 75, 120) mit dem zweiten Ventilsitz umfasst; wobei das Ventilelement einen ersten Anlageabschnitt (93A, 130C), der auf dem ersten Ventilsitz sitzfähig ist, und einen zweiten Anlageabschnitt (130A) umfasst, der auf dem zweiten Ventilsitz sitzfähig ist; und  
wobei eine Relativposition zwischen dem ersten Anlageabschnitt und dem zweiten Anlageabschnitt variabel ist gemäß einer Relativposition zwischen dem ersten Ventilsitz und dem zweiten Ventilsitz.
2. Ventilgerät nach Anspruch 1, wobei das Ventilelement ein erstes Ventilelement (40, 80, 92, 100), das sitzfähig ist auf dem ersten Ventilsitz, und ein zweites Ventilelement (41, 83, 101) umfasst, das auf dem zweiten Ventilsitz sitzfähig ist; und  
wobei das erste Ventilelement und das zweite Ventilelement unabhängig beweglich sind.
3. Ventilgerät nach Anspruch 2, wo jedes aus dem ersten Ventilelement und dem zweiten Ventilelement eine kugelige Form hat.
4. Ventilgerät nach Anspruch 2 oder 3, wo jedes aus dem ersten Ventilelement und dem zweiten Ventilelement eine halbkugelige Form hat; und  
wobei eine erste flache Fläche (100A) des ersten Ventilelements gegenüber einer zweiten flachen Fläche (101A) des zweiten Ventilelements angeordnet ist.
5. Ventilgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der erste Kanal ein Fluidauslasskanal ist; der zweite Kanal ein Fluideinlasskanal ist; und  
das Ventilgerät ein Kraftaufbringungselement (72, 77) umfasst zum Aufbringen einer Kraft auf einen aus dem ersten und zweiten Anlageabschnitt zu dem ersten Ventilsitz hin.
6. Ventilgerät nach Anspruch 1, wobei einer aus dem ersten Ventilsitz und dem zweiten Ventilsitz in einer konischen Form ausgebildet ist und der andere in einer flachen Form ausgebildet ist;  
wobei eine erste Endfläche (130C) des Ventilelements, die entgegengesetzt zu dem konischförmigen Ventilsitz angeordnet ist, in einer kugeligen Form ausgebildet ist; und  
wobei eine zweite Endfläche (93A, 130A) des Ventilelements, die entgegengesetzt zu dem flachförmigen Ventilsitz angeordnet ist, in einer flachen Form ausgebildet ist.
7. Ventilgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das elektrische Antriebselement ein piezoelektrischer

sches Element (51) zum Erzeugen der Antriebskraft umfasst.

8. Ventilgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das elektrische Antriebselement einen Kolben (52) umfasst mit einer flachen Endfläche, die an dem Ventilelement anliegt zum Übertragen der Antriebskraft; und wobei das Ventilelement eine flache Endfläche (130B) umfasst, die an dem Kolben anliegt.

9. Kraftstoffeinspritzgerät zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine mit: einem Einspritzöffnungsventilelement (25) zum Öffnen und Schließen einer Einspritzöffnung (20A); einer Regeldruckkammer (60), die vorgesehen ist bei einer zu der Einspritzöffnung entgegengesetzten Seite bzgl. dem Einspritzöffnungsventilelement zum Aufbringen von Kraftstoffdruck auf das Ventilelement in einer Richtung zu der Einspritzöffnung hin; und

einem Ventilgerät (30, 300) zum wahlweisen Verbinden der Regeldruckkammer mit einem aus einem Hochdruckkraftstoffkanal (64) und einem Niederdruckkraftstoffkanal (63), wobei;

ein Druck in der Regeldruckkammer hoch wird und das Einspritzöffnungsventilelement die Einspritzöffnung schließt, wenn die Regeldruckkammer mit dem Hochdruckkraftstoffkanal verbunden ist durch das Ventilgerät;

wobei der Druck in der Regeldruckkammer niedrig wird und das Einspritzöffnungsventilelement die Einspritzöffnung öffnet zum Einspritzen von Kraftstoff, wenn die Regeldruckkammer mit dem Niederdruckkraftstoffkanal verbunden ist durch das Ventilgerät; wobei das Ventilgerät des weiteren folgendes umfasst: ein Ventilelement (40, 41, 80, 83, 92, 100, 101, 130); ein elektrisches Antriebselement (50) zum Erzeugen einer Antriebskraft zum Antreiben des Ventilelements; und

einen Ventilkörper (31, 35, 70, 75, 90, 120) mit einem ersten Ventilsitz (32, 91) und einem zweiten Ventilsitz (36, 121), auf denen das Ventilelement derart sitzfähig ist, dass der Niederdruckkraftstoffkanal geschlossen wird, um den Hochdruckkraftstoffkanal mit der Regeldruckkammer zu verbinden, wenn das Ventilelement auf dem ersten Ventilsitz sitzt, und der Hochdruckkraftstoffkanal geschlossen wird, um den Niederdruckkraftstoffkanal mit der Regeldruckkammer zu verbinden, wenn das Ventilelement auf dem zweiten Ventilsitz sitzt, wobei der erste Ventilsitz und der zweite Ventilsitz entgegengesetzt zueinander angeordnet sind, und wobei;

der Ventilkörper einen ersten Ventilkörper (31, 90) mit dem ersten Ventilsitz und einen zweiten Ventilkörper (35, 70, 75, 120) mit dem zweiten Ventilsitz umfasst; wobei das Ventilelement einen ersten Anlageabschnitt (93A, 130C), der an dem ersten Ventilsitz sitzfähig ist, und einen zweiten Anlageabschnitt (130A) umfasst, der an dem zweiten Ventilsitz sitzfähig ist; und wobei eine Relativposition zwischen dem ersten Anlageabschnitt und dem zweiten Anlageabschnitt variabel ist gemäß einer Relativposition zwischen dem ersten Ventilsitz und dem zweiten Ventilsitz.

10. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 9, wobei das Ventilelement ein erstes Ventilelement (40, 80, 92, 100), das auf dem ersten Ventilsitz sitzfähig ist, und ein zweites Ventilelement (41, 83, 101) umfasst, das auf dem zweiten Ventilsitz sitzfähig ist; und

wobei jedes aus dem ersten Ventilelement und dem zweiten Ventilelement unabhängig beweglich ist.

11. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 10, wobei

jedes aus dem ersten Ventilelement und dem zweiten Ventilelement eine kugelige Form hat.

12. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 10 oder 11, wobei jedes aus dem ersten Ventilelement und dem zweiten Ventilelement eine halbkugelige Form hat; und wobei eine erste flache Fläche (100A) des ersten Ventilements gegenüber einer zweiten flachen Fläche (101A) des zweiten Ventilements angeordnet ist.

13. Kraftstoffeinspritzgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei der Niederdruckkraftstoffkanal ein Kraftstoffauslasskanal ist;

wobei der Hochdruckkraftstoffkanal ein Kraftstoffeinzugskanal ist; und wobei das Ventilgerät ein Kraftaufbringungselement (72, 77) umfasst zum Aufbringen einer Kraft auf einen aus dem ersten und zweiten Anlageabschnitt zu dem ersten Ventilsitz hin.

14. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 9, wobei einer aus dem ersten Ventilsitz und dem zweiten Ventilsitz in einer konischen Form ausgebildet ist und der andere in einer flachen Form ausgebildet ist; wobei eine erste Endfläche (130C) des Ventilements, die entgegengesetzt zu dem konischförmigen Ventilsitz angeordnet ist, in einer kugeligen Form ausgebildet ist; und

wobei eine zweite Endfläche (93A, 130A) des Ventilements, die entgegengesetzt zu dem flachförmigen Ventilsitz angeordnet ist, in einer flachen Form ausgebildet ist.

15. Kraftstoffeinspritzgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei das elektrische Antriebselement ein piezoelektrisches Element (51) zum Erzeugen der Antriebskraft umfasst.

16. Kraftstoffeinspritzgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei das elektrische Antriebselement einen Kolben (52) mit einer flachen Endfläche umfasst, die an dem Ventilelement anliegt zum Übertragen der Antriebskraft; und

wobei das Ventilelement eine flache Endfläche (130B) umfasst, die an dem Kolben anliegt.

17. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 9, wobei das elektrische Antriebselement ein piezoelektrisches Element (51) umfasst zum Erzeugen der Antriebskraft; und

wobei ein Sitzdurchmesser des zweiten Anlageabschnitts geringer ist als ein Sitzdurchmesser des ersten Anlageabschnitts.

18. Kraftstoffeinspritzgerät zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine mit:

einem Einspritzöffnungsventilelement (25) zum Öffnen und Schließen einer Einspritzöffnung (20A); einer Regeldruckkammer (60), die vorgesehen ist bei einem entgegengesetzten Ende zu der Einspritzöffnung bzgl. dem Einspritzöffnungsventilelement zum Aufbringen von Kraftstoffdruck auf das Ventilelement in einer Richtung zu der Einspritzöffnung hin, wobei die Regeldruckkammer mit einem Hochdruckkraftstoffkanal (66) verbunden ist; und

einem Ventilgerät (300) zum Verbinden und Unterbrechen der Verbindung der Regeldruckkammer zu und von einem Niederdruckkraftstoffkanal (63) zum Abgeben von Kraftstoff aus der Regeldruckkammer zu einer Niederdruckseite, wobei;

ein Druck in der Regeldruckkammer hoch wird und das Einspritzöffnungsventilelement die Einspritzöffnung schließt, wenn die Verbindung zwischen der Regeldruckkammer und dem Niederdruckkraftstoffkanal un-

terbrochen ist durch das Ventilgerät;  
 wobei der Druck in der Regeldruckkammer niedrig wird und das Einspritzöffnungsventilelement die Einspritzöffnung öffnet zum Einspritzen von Kraftstoff,  
 wenn die Regeldruckkammer mit dem Niederdruck- 5  
 kraftstoffkanal verbunden ist durch das Ventilgerät;  
 wobei das Ventilgerät des weiteren folgendes umfasst:  
 ein Ventilelement (130);  
 ein elektrisches Antriebselement (50) zum Erzeugen einer Antriebskraft zum Antreiben des Ventilelements; 10  
 und  
 einen Ventilkörper (31, 120) mit einem ersten Ventilsitz (32) und einem zweiten Ventilsitz (121), auf denen das Ventilelement derart sitzfähig ist, dass der Niederdruckkraftstoffkanal geschlossen wird, wenn das Ventilelement auf dem ersten Ventilsitz oder dem zweiten 15  
 Ventilsitz sitzt, und der Niederdruckkraftstoffkanal mit der Regeldruckkammer verbunden wird, wenn das Ventilelement weder auf dem ersten Ventilsitz noch auf dem zweiten Ventilsitz sitzt, wobei der erste Ventilsitz 20  
 und der zweite Ventilsitz entgegengesetzt zueinander angeordnet sind, und wobei;  
 der Ventilkörper einen ersten Ventilkörper (31) mit dem ersten Ventilsitz und einem zweiten Ventilkörper (120) mit dem zweiten Ventilsitz umfasst; 25  
 wobei das Ventilelement einen ersten Anlageabschnitt (130C), der auf dem ersten Ventilsitz sitzfähig ist, und einen zweiten Anlageabschnitt (130A) umfasst, der auf dem zweiten Ventilsitz sitzfähig ist; und  
 wobei eine Relativposition zwischen dem ersten Anlageabschnitt und dem zweiten Anlageabschnitt variabel ist gemäss einer Relativposition zwischen dem ersten Ventilsitz und dem zweiten Ventilsitz. 30

19. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 18, wobei jedes aus dem ersten Ventilelement und dem zweiten 35  
 Ventilelement eine kugelige Form hat.

20. Kraftstoffeinspritzgerät nach Anspruch 18, wobei einer aus dem ersten Ventilsitz und dem zweiten Ventilsitz in einer konischen Form ausgebildet ist und der andere in einer flachen Form ausgebildet ist; 40  
 wobei eine erste Endfläche (130C) des Ventilelements, die entgegengesetzt zu dem konischförmigen Ventilsitz angeordnet ist, in einer kugeligen Form ausgebildet ist; und  
 wobei eine zweite Endfläche (130A) des Ventilements, die entgegengesetzt zu dem flachförmigen Ventilsitz angeordnet ist, in einer flachen Form ausgebildet ist. 45

21. Kraftstoffeinspritzgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei das elektrische Antriebselement einen 50  
 Kolben (52) mit einer flachen Endfläche umfasst, die an dem Ventilelement anliegt zum Übertragen der Antriebskraft; und  
 wobei das Ventilelement eine flache Endfläche (130B) umfasst, die an dem Kolben anliegt. 55

---

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

FIG. I

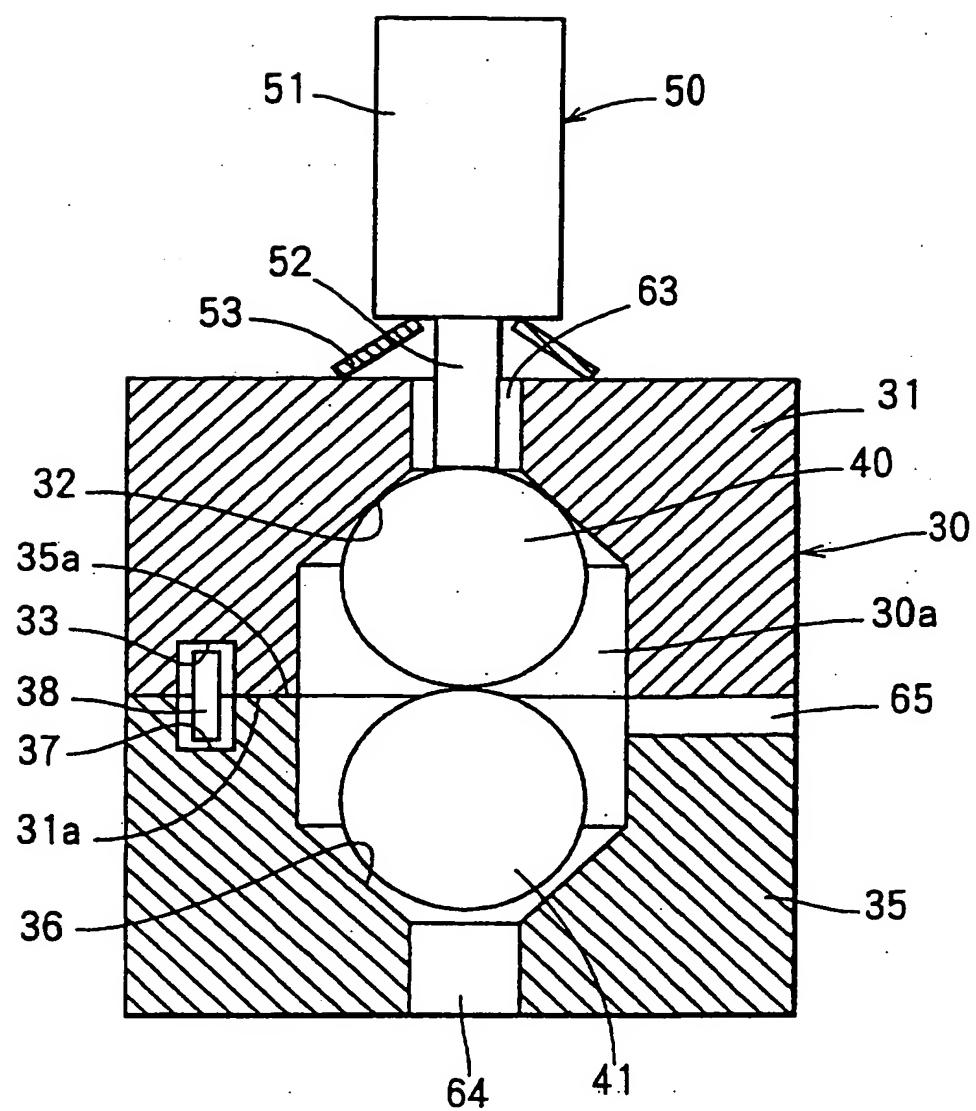


FIG. 2

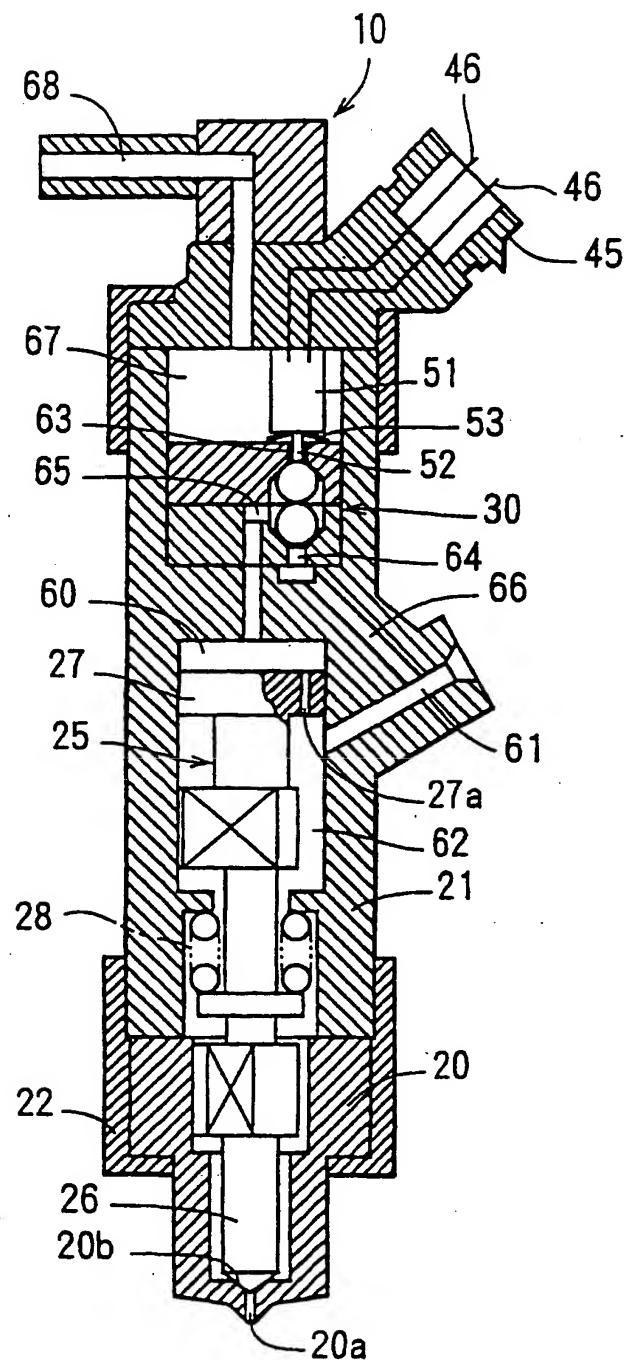


FIG. 3

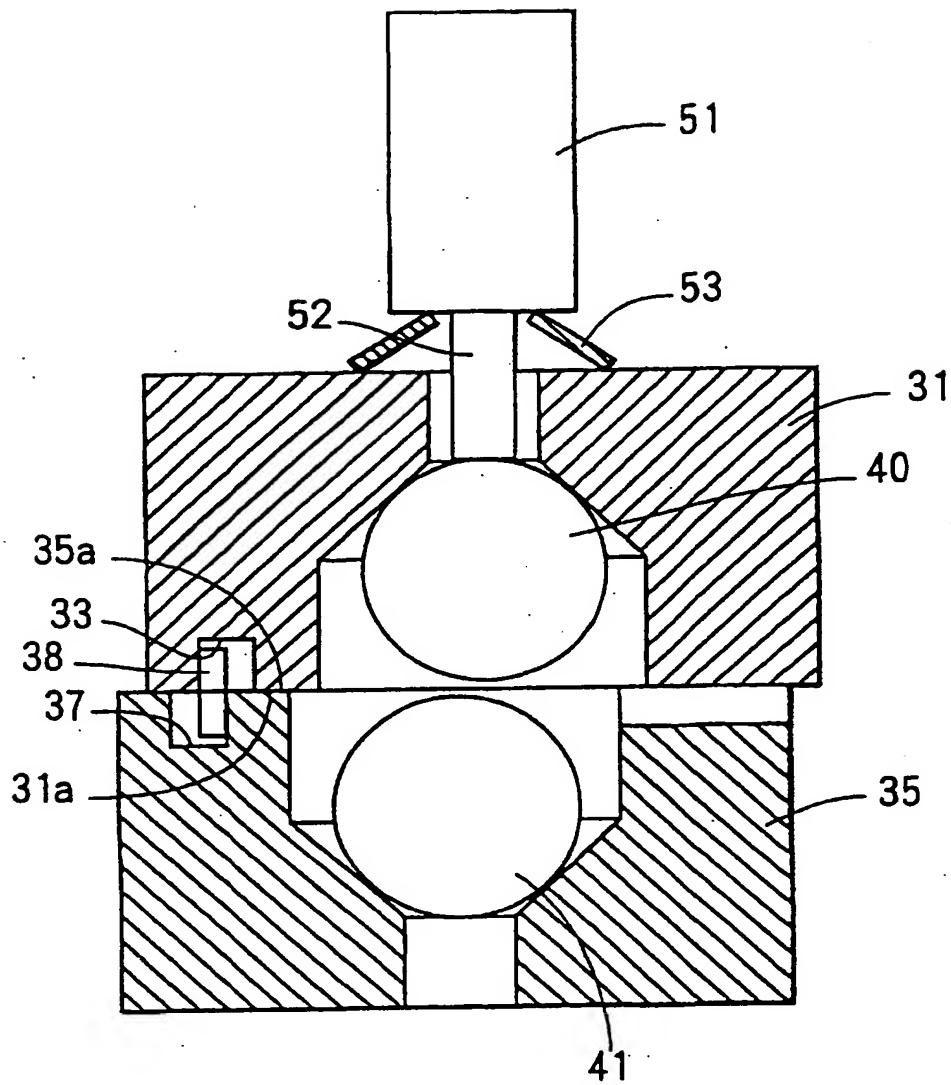


FIG. 4

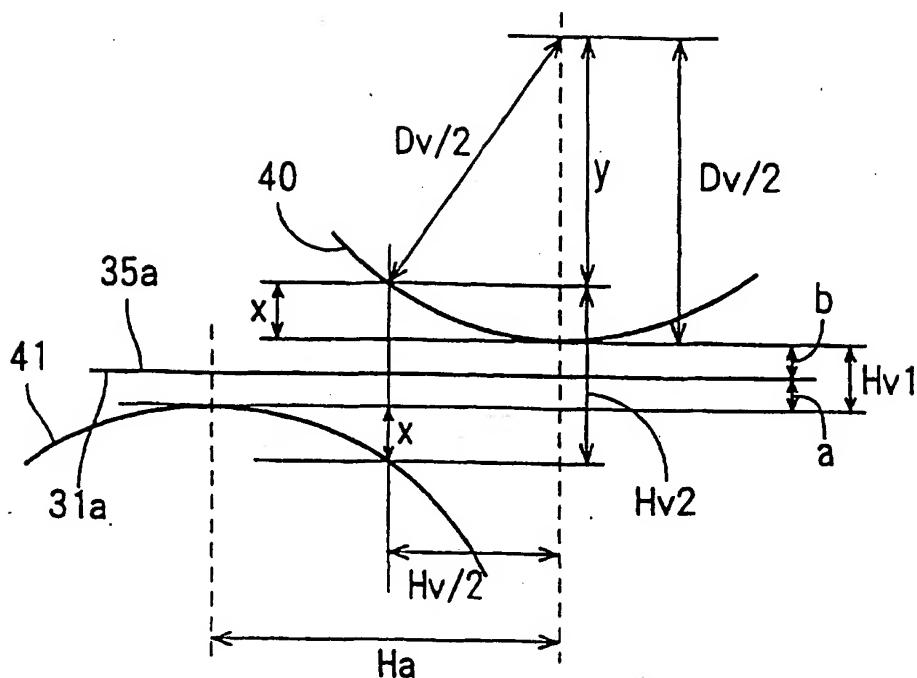


FIG. 5

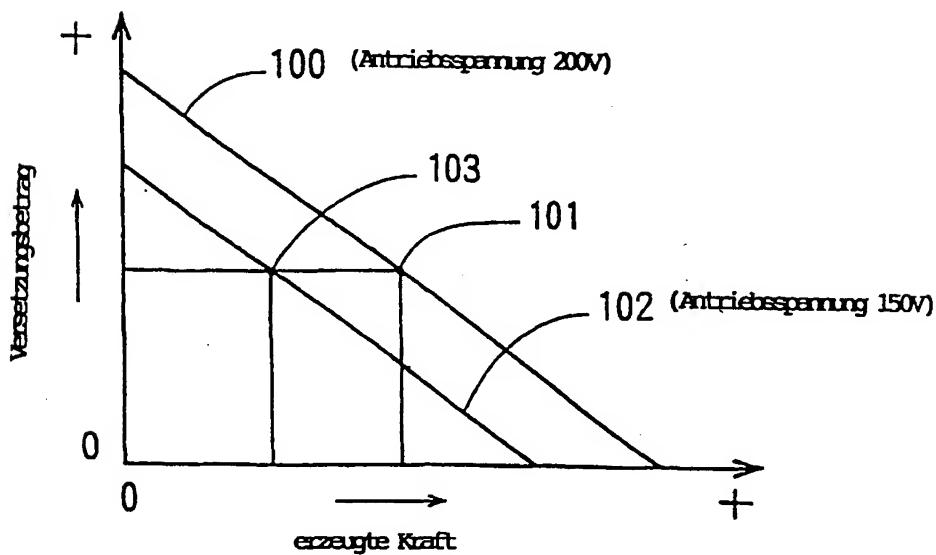


FIG. 6

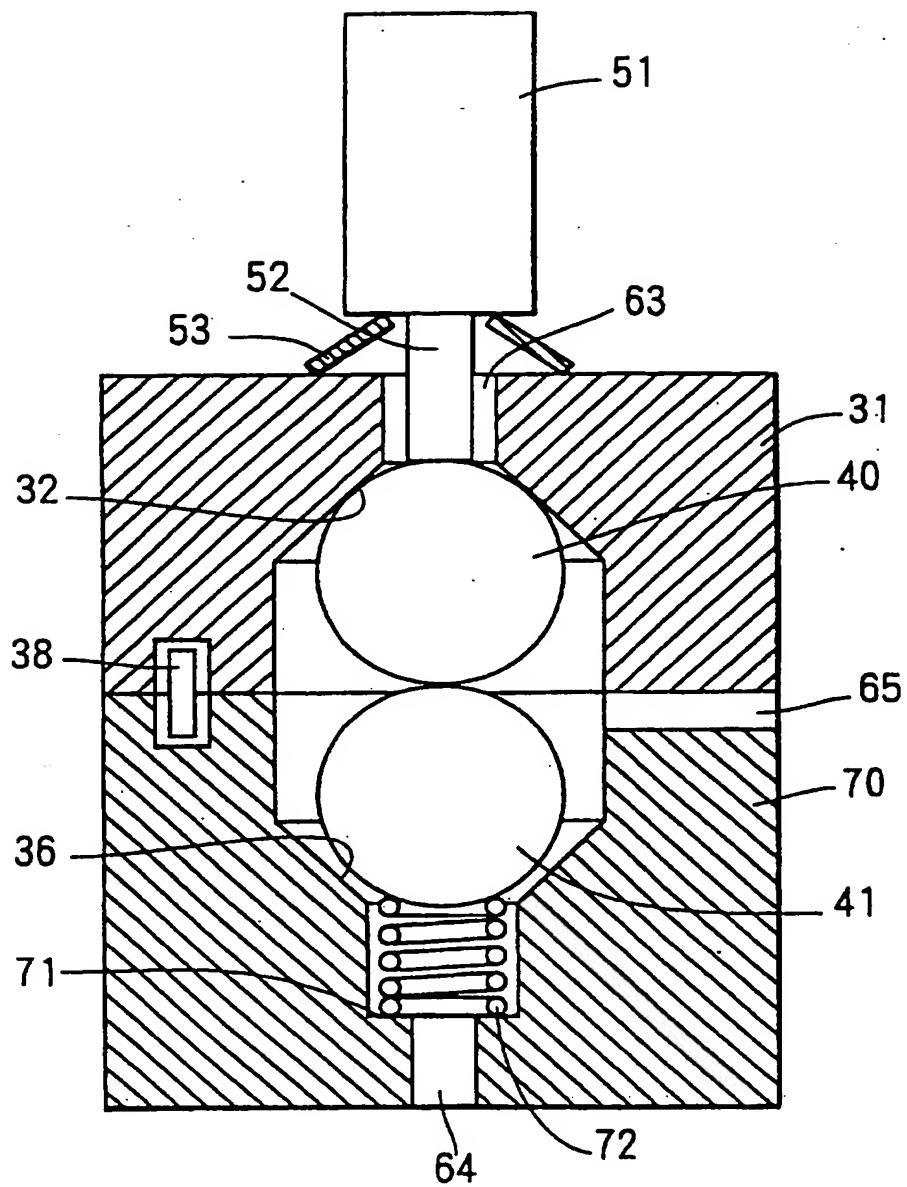


FIG. 7

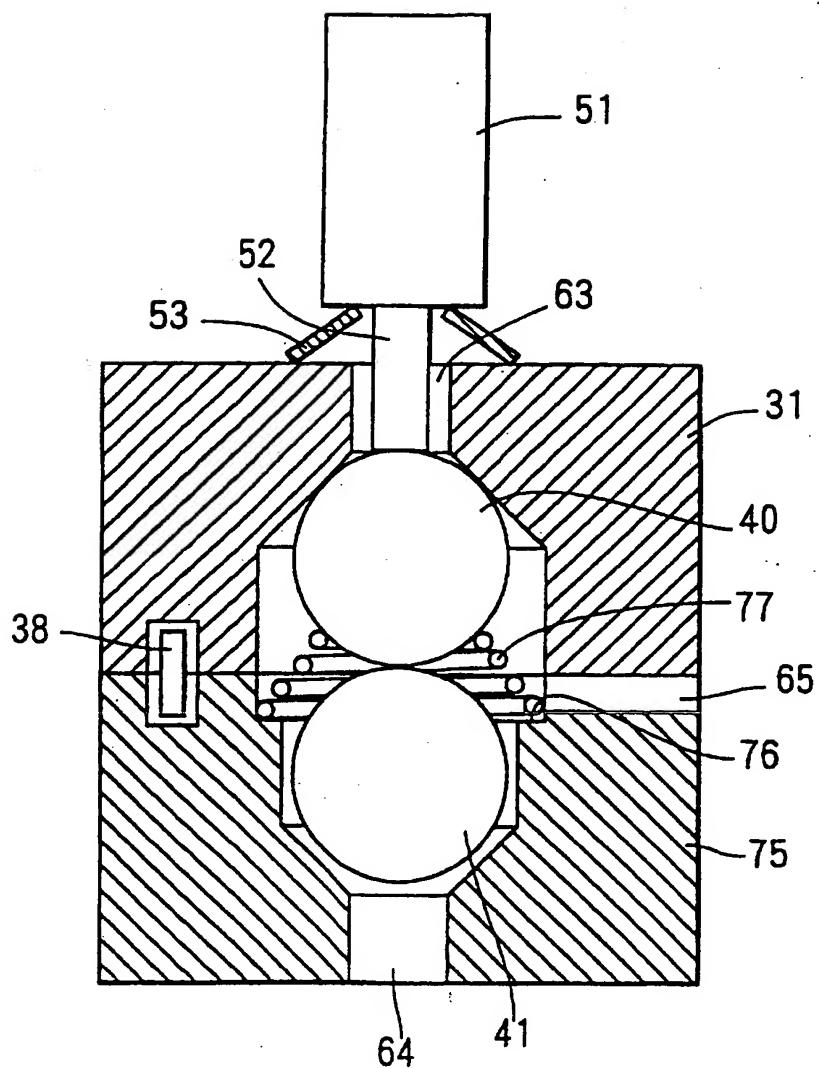


FIG. 8

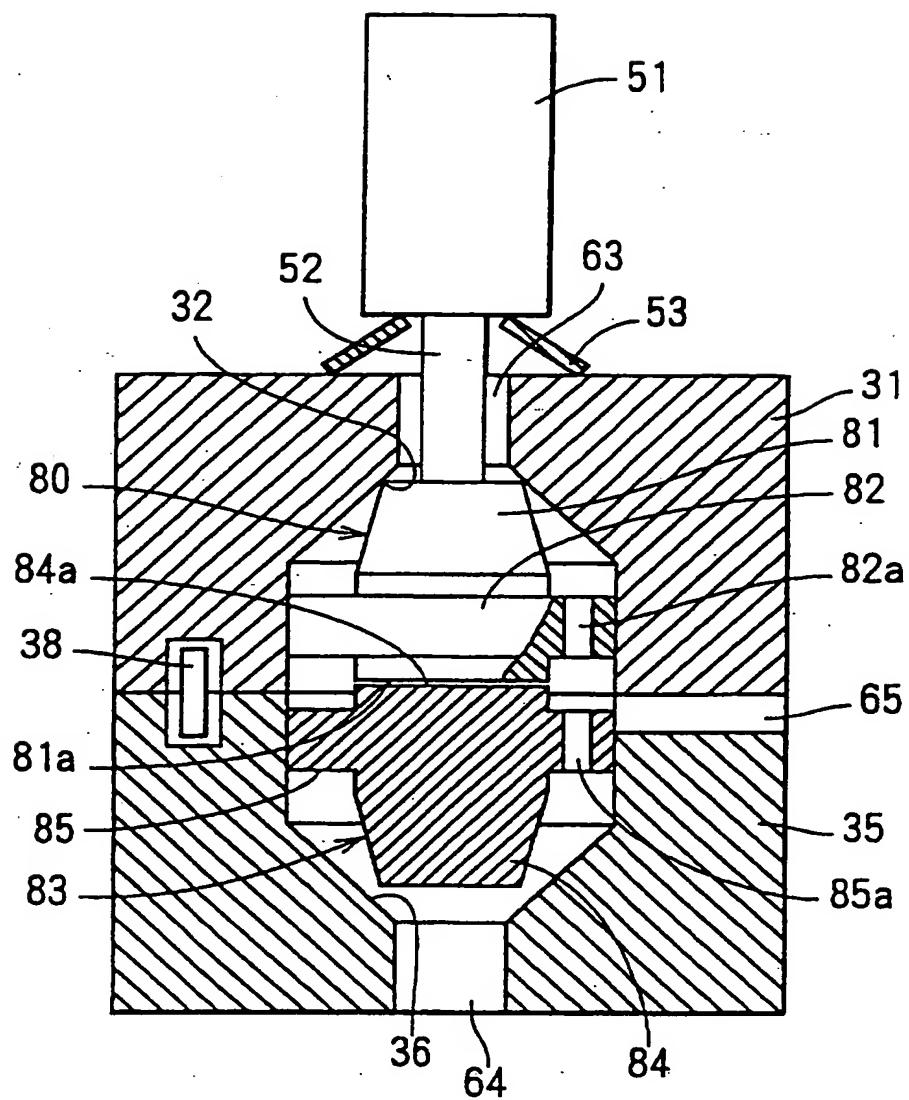


FIG. 9

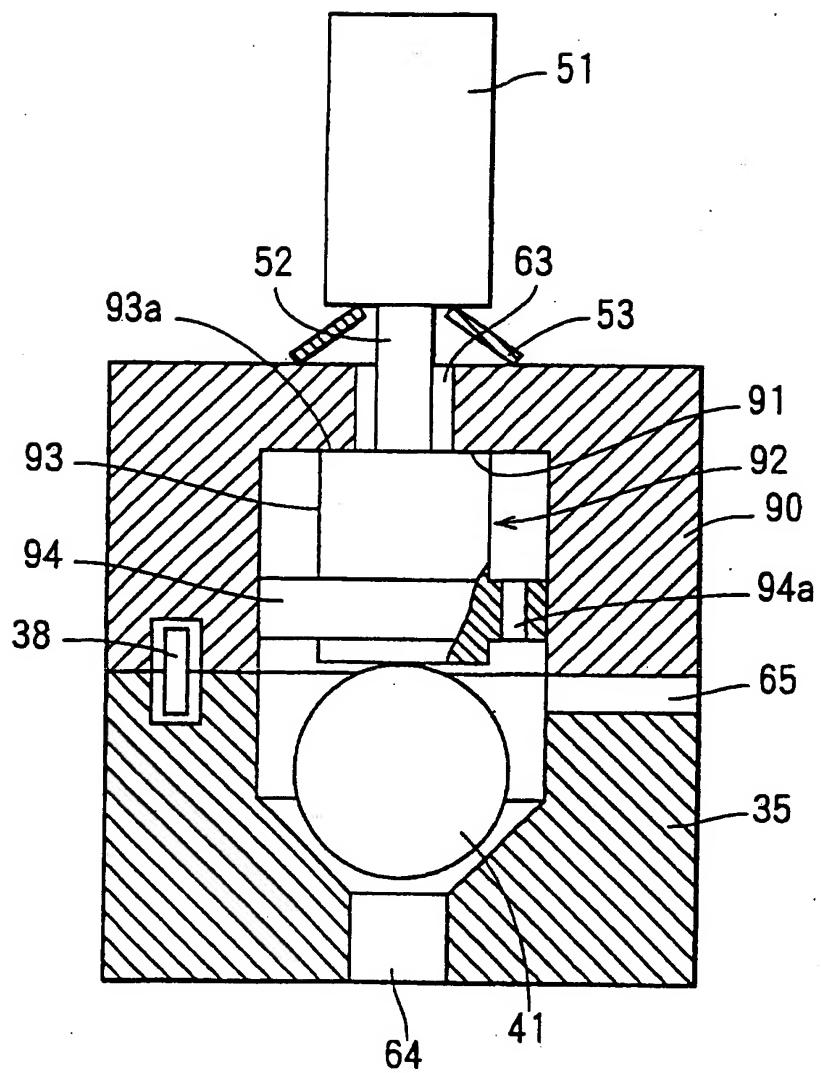


FIG. 10

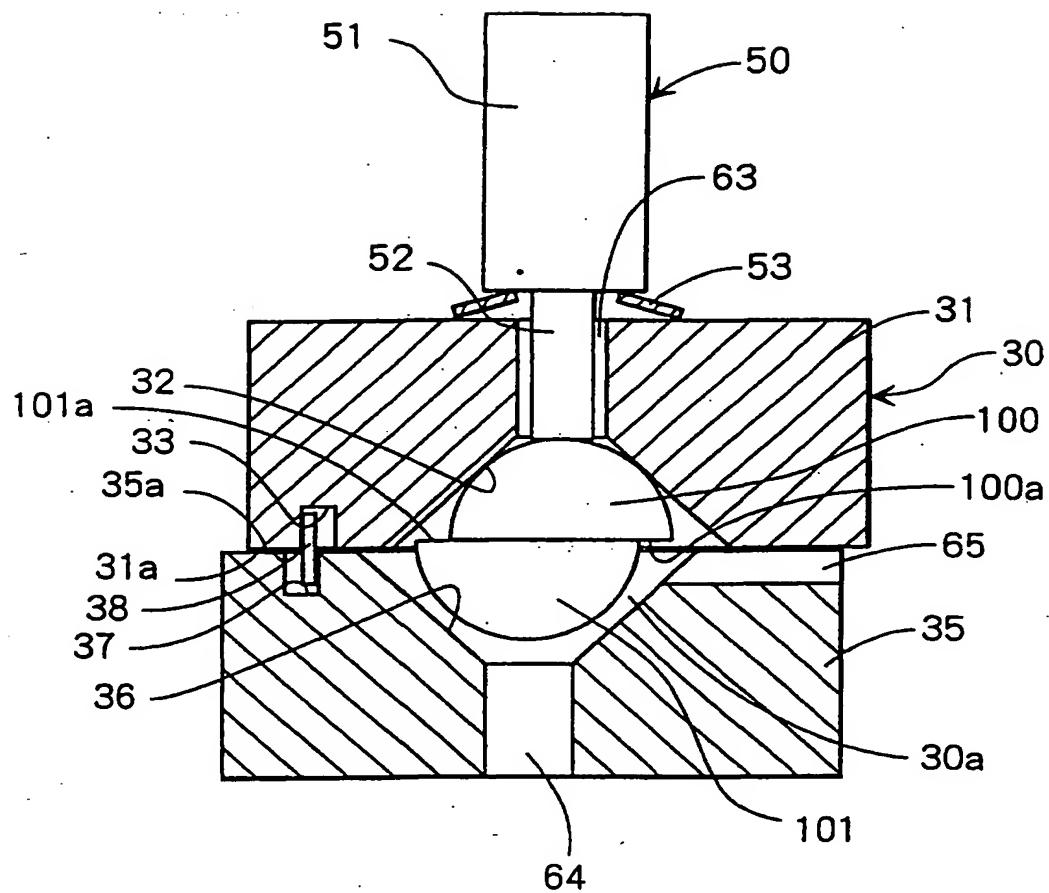


FIG. II

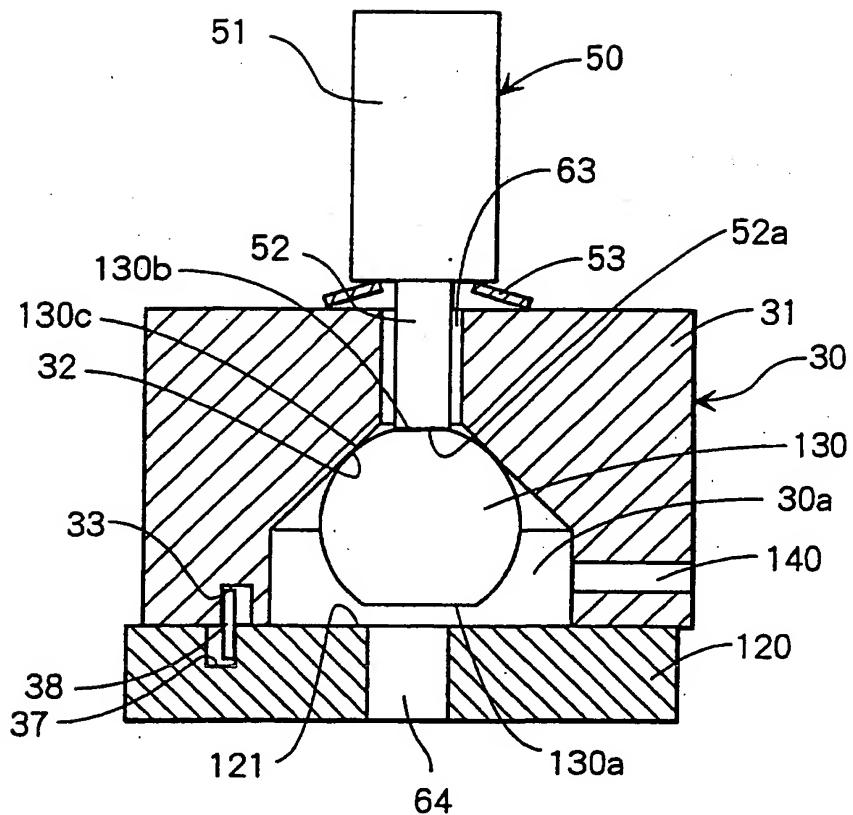


FIG. 12

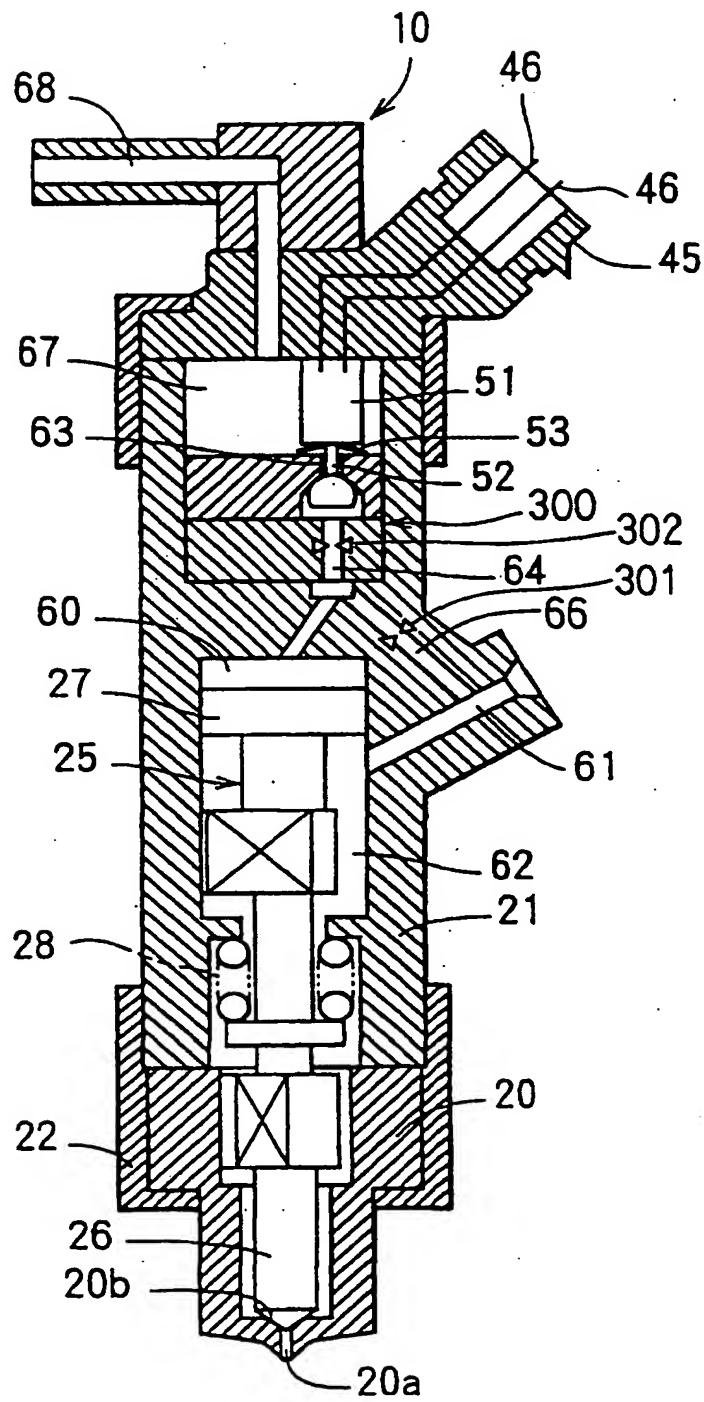


FIG. 13

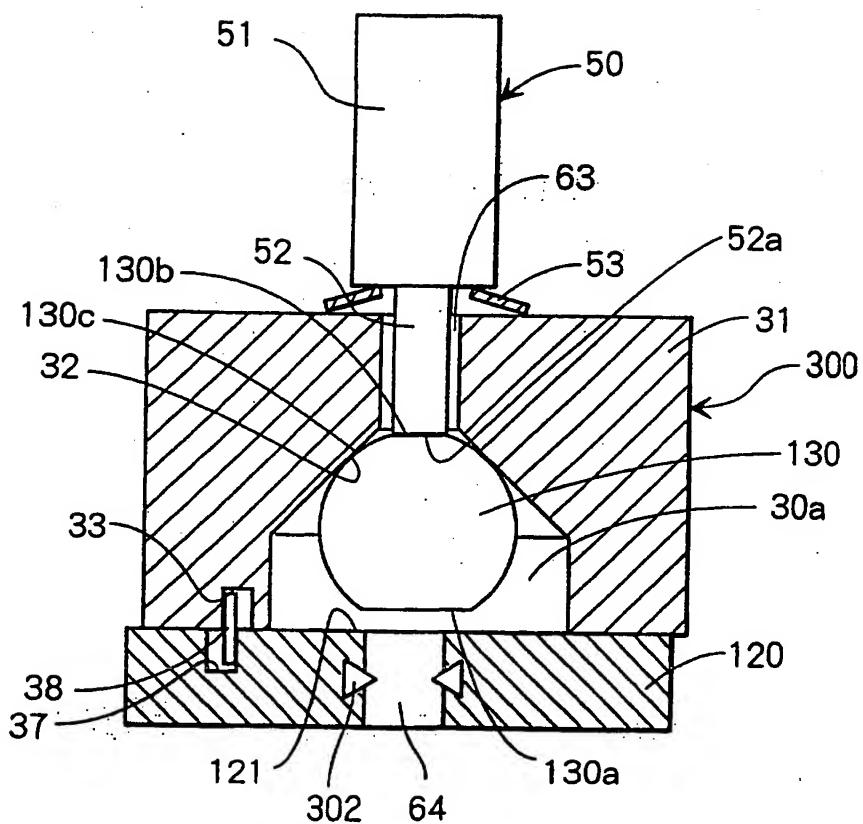
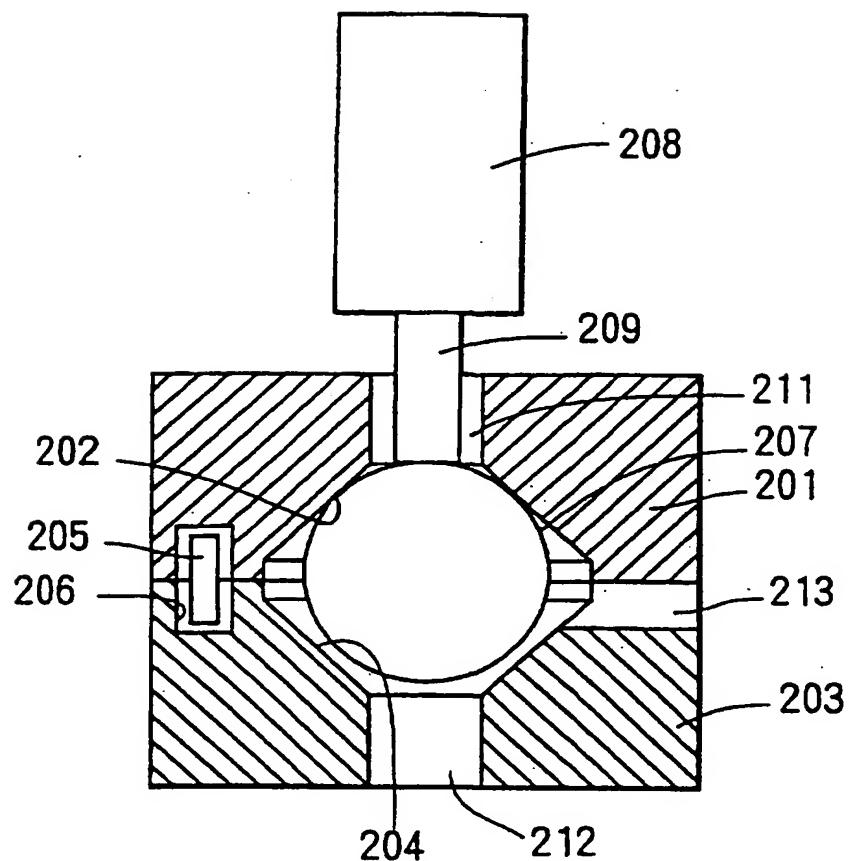


FIG. 14



## FIG. 15

